ผลของการปลูกพืชร่วมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

Effects of Intercropping on Oil Palm Growth and Yield

ธเนศ คอมเพ็ชร

Thanet Khomphet

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Degree of Doctor of Philosophy in Plant Science
Prince of Songkla University
2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการปลูกพืชร่วมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน
ผู้เขียน นายธเนศ คอมเพ็ชร
สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(ดร.จักรัตน์ อโณทัย)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)

.....กรรมการ
(ดร.จักรัตน์ อโณทัย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระวี เจียรวิภา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เทพ หาญพัฒนากิจ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(ดร.จักรัตน์ อโณทัย)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ.....
(นายธเนศ คอมเพ็ชร)
นักศึกษา

ข้าพเจ้ารับรองว่าผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อนและไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายธเนศ คอมเพ็ชร)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการปลูกพืชร่วมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ผู้เขียน นายธเนศ คอมเพ็ชร
สาขาวิชา พืชศาสตร์
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

การปลูกพืชร่วมในสวนปาล์มน้ำมันได้มีการปฏิบัติกันมาอย่างยาวนาน โดยเฉพาะทางภาคใต้ของประเทศไทย อย่างไรก็ตามการศึกษาผลกระทบของพืชร่วมต่อปาล์มน้ำมันมีน้อย งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลกระทบต่อการปลูกพืชร่วมดังกล่าว โดยงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 การศึกษา การศึกษาที่ 1 และ 2 เป็นการศึกษาผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินในกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน และปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 6 ทรีตเมนต์คือ ปาล์มน้ำมันปลูกเชิงเดี่ยว (T1) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับมะม่วงหิมพานต์ (T2) ผักหวานบ้าน (T3) ชะอม (T4) ผักเหมียง (T5) และผักหวานป่า (T6) แต่ละทรีตเมนต์ประกอบด้วย 3 ซ้ำ การบันทึกข้อมูลในการศึกษาที่ 1 ประกอบด้วยการวัดการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันและพืชร่วมทุกเดือนตั้งแต่ พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 – เมษายน พ.ศ. 2563 และการบันทึกมวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมันและพืชร่วมทุก 2 เดือน คือ ธันวาคม พ.ศ. 2562 กุมภาพันธ์และเมษายน พ.ศ. 2563 การบันทึกข้อมูลการศึกษาที่ 2 ประกอบด้วยการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันทุก 3 เดือน คือ กันยายนและธันวาคม พ.ศ. 2562 มีนาคม มิถุนายน และกันยายน พ.ศ. 2563 การบันทึกการเจริญเติบโตของพืชร่วมทุกเดือน ตั้งแต่ธันวาคม พ.ศ. 2562 – กันยายน พ.ศ. 2563 และการบันทึกการเจริญเติบโตของรากปาล์มน้ำมันและพืชร่วมทุกเดือน ตั้งแต่ มกราคม – กันยายน พ.ศ. 2563 การศึกษาที่ 3 เป็นการศึกษาผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มไม้ยืนต้นต่อปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต อายุ 12 ปี การศึกษามีการวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 8 ทรีตเมนต์ คือ ปาล์มน้ำมันปลูกเชิงเดี่ยว (Palm) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับหลุมพอ (Palm-A) ตะเคียนทอง (Palm-B) มะฮ็อกกานี (Palm-C) ตำเสา (Palm-D) เทียม (Palm-E) จำปาป่า (Palm-F) และบุนนาค (Palm-G) แต่ละทรีตเมนต์ประกอบด้วย 10 ซ้ำ การบันทึกข้อมูลประกอบด้วยการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน และการเจริญเติบโตของพืชร่วมทุก 4 เดือน คือ ตุลาคม พ.ศ. 2562 กุมภาพันธ์และมิถุนายน พ.ศ. 2563 จากการศึกษาที่ 1 พบว่า ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบรูปสองแฉก จำนวนใบรูปขนนก ความยาวใบย่อย และความกว้างใบย่อย

ของกล้าปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ในทุก ๆ เดือนของการเก็บข้อมูล ยกเว้นจำนวนใบรูปสองแฉกและรูปขนนกในเดือนมกราคมและเมษายน พ.ศ. 2563 ตามลำดับ ($p < 0.05$) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ส่วนเหนือดิน รากที่ระดับความลึก 0-25 25-50 และมากกว่า 50 เซนติเมตร รากทั้งหมด อัตราส่วนลำต้นต่อราก และความยาวรากของกล้าปาล์มไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล ยกเว้นน้ำหนักสดของรากที่ระดับความลึกที่ระดับ 0-25 และ 25-50 เซนติเมตร ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ($p < 0.05$) จากการศึกษาที่ 2 พบว่า ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างก้านใบ ความหนาก้านใบ ความยาวก้านใบ ความยาวแกนทางใบ ความกว้างแกนทางใบ ความกว้างใบย่อย ความยาวใบย่อย จำนวนใบย่อย จำนวนทางใบที่ยังไม่กาง จำนวนทางใบใหม่ จำนวนช่อดอกเพศผู้ จำนวนช่อดอกเพศเมีย และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันในทั้ง 5 เดือนของการบันทึกข้อมูล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ ยกเว้นความกว้างแกนทางใบในเดือนมีนาคม จำนวนใบย่อยในเดือนมีนาคมและมิถุนายน พ.ศ. 2563 ($p < 0.05$) จากการบันทึกปริมาณรากพบว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกเชิงเดี่ยว (T1) มีน้ำหนักรากมากกว่าปาล์มน้ำมันที่มีการปลูกพืชร่วมทุกทรีตเมนต์ (T2-T6) ($p < 0.01$) ในทุก ๆ เดือนของการบันทึกข้อมูล จากการบันทึกการเจริญเติบโต มวลชีวภาพ และอัตราการเจริญเติบโตของพืชร่วม พบว่ามะม่วงหิมพานต์ ผักหวานบ้าน และชะอม เป็นพืชร่วมที่มีศักยภาพในการปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต จากการศึกษาที่ 3 พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงลำต้น จำนวนช่อดอกเพศผู้ จำนวนช่อดอกเพศเมีย และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ ยกเว้นจำนวนช่อดอกเพศเมียในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 และกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 และอัตราส่วนเพศกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ($p < 0.05$) จากการบันทึกการเจริญเติบโต และอัตราการเจริญเติบโตของพืชร่วม พบว่า สะเดาช้าง (*A. excelsa*) มะฮ็อกกานี (*S. macrophylla*) จำปาป่า (*M. champaca*) และตำเสา (*T. wallichiana*) เป็นพืชที่มีศักยภาพในการปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต

Thesis Title Effects of Intercropping on Oil Palm Growth and Yield

Author Mr. Thanet Khomphet

Major Program Plant Science

Academic Year 2020

ABSTRACT

Intercropping has been practiced on oil palm farms for a long time especially in Southern Thailand. However, there are few studies related to oil palm intercropping. This research used three studies to investigate the effects of intercropping on oil palm trees. The 1st and the 2nd studies determined the effects of intercropped plants with edible leaves, on 3-month-old oil palm seedlings and 2-year-old oil palm trees. Both studies used completely randomized design (CRD) with six treatments including oil palm sole cropping (T1), oil palm intercropped with cashew (T2), sweet leaf bush (T3), cha-om (T4), melinjo (T5), and melientha (T6). Each treatment consisted of three replications. In the 1st study, the growth parameters of oil palm seedlings and intercropped plants were measured every month from November 2019 to April 2020, and their biomass parameters were weighed every 2 months: December 2019, February and April 2020. In the 2nd study, the growth parameters of oil palm trees were measured every 3 months: September and December 2019, March, June, and September 2020. The growth parameters of intercropped plants were measured every month from December 2019 to September 2020. The roots of oil palms and intercropped plants were scanned every month from January to September 2020. The 3rd study determined the effects of woody intercropped plants on 12-year-old oil palm trees. The study was arranged as CRD with eight treatments including oil palm sole cropping (Palm), oil palm intercropped with Borneo teak (Palm-A), iron wood (Palm-B), mahogany (Palm-C), Ternstroemia (Palm-D), Indian walnut (Palm-E), champak (Palm-F), and Ceylon ironwood (Palm-G). Each treatment consisted of ten replications. The growth parameters of oil palm trees and intercropped plants were measured, and yield characteristics of oil palm trees were counted every 4 months: October 2019, February and June 2020. The results showed that, from the 1st study, the plant height and diameter, leaf length and width, number of bifurcate

and pinnate leaves, leaflet length and width of oil palm seedlings were not significantly different among the treatments in all observed months, excepts for the number of bifurcate leaves in January and the number of pinnate leaves in April 2020 ($p < 0.05$). The fresh and dry weights of stems, leaves, roots at 0-25 cm, 25-50 cm, and >50 cm, total root, shoot-root ratio, and root lengths of oil palm seedlings were not significantly different among the treatments in all observed months, except for fresh root weights at 0-25 cm and 25-50 cm in December 2019 ($p < 0.05$). From the 2nd study, the plant height and diameter, petiole width, thickness, and length, rachis width and length, leaflet width and length, number of leaflets, flag leaves, and new leaves, number of male and female inflorescences, and sex ratio of oil palm trees, were not significantly different among the treatments in all observed months, excepts for rachis width in March 2020, and the number of leaflets in March and June 2020 ($p < 0.05$). The root record reveals that the root weights of sole cropped oil palm trees (T1) were higher than those of intercropped oil palm trees (T2-T6) ($p < 0.01$) in all observed months. The growth and biomass parameters and growth rates of intercropped cashew, sweet leaf bush, and cha-om showed the most potential plants for intercropping with oil palms in the young stage. From the 3rd study, the plant diameter and height, number of male and female inflorescences, and sex ratio of oil palm trees were not significantly different among the treatments in all observed months, except for the number of female inflorescences in October 2019 and February 2020 and sex ratio in February 2020 ($p < 0.05$). From the growth parameters and growth rates of intercropped plants, Indian walnut (*A. excelsa*), mahogany (*S. macrophylla*), champak (*M. champaca*), and Ternstroemia (*T. wallichiana*) showed the most potential for intercropping with oil palm in the mature stage.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ ดร.จักรัตน์ อโณทัย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ค่อยให้การช่วยเหลือทั้งด้านการเรียน การทำวิจัย การตีพิมพ์ และการตรวจทานเล่มวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี ประธานกรรมการและกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้คำแนะนำในการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระวี เจียรวิภา การสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำในการเขียนโครงร่างงานวิจัย เล่มวิทยานิพนธ์ รวมถึงอนุเคราะห์อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เทพ หาญพัฒนากิจ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้คำแนะนำในการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณ ธนอรรถ อินแพง เจ้าของสวนปาล์มน้ำมันที่ปลูกพืชร่วมกลุ่มไม้ยืนต้น ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการวิจัยและช่วยให้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพืชร่วม

ขอขอบคุณ ERASMUS+MIC scholarship ที่ช่วยสนับสนุนงบประมาณในการเรียนรู้วิธีการศึกษารากพืชที่ ECO&SOLS Research Unit, CIRAD เมือง Montpellier ประเทศฝรั่งเศส

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยแผนงานพัฒนาบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2563

ขอขอบคุณนางสาวสุทธิรักษ์ รักษา ที่ให้การช่วยเหลือในการบันทึกข้อมูล การดำเนินการวิจัย และเป็นกำลังใจตลอดการศึกษา

ขอขอบคุณน้องแว น้องกิ๊ฟ น้องแหวว น้องอลัม น้องไผ่ พี่เจี๊ยบ พี่เขียว และผู้มีส่วนร่วมให้งานวิจัยทุก ๆ คนที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่ช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ธเนศ คอมเพ็ชร

สารบัญ

บทคัดย่อ	(5)
ABSTRACT	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพ	(14)
บทนำ	1
1. บทนำต้นเรื่อง	1
2. การตรวจเอกสาร	3
3. วัตถุประสงค์	21
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย	22
1. วัสดุและอุปกรณ์	22
2. วิธีการ	25
ผล	39
1. การศึกษาที่ 1	39
2. การศึกษาที่ 2	67
3. การศึกษาที่ 3	94
วิจารณ์	101
สรุป	112
เอกสารอ้างอิง	113
ภาคผนวก	120
ประวัติผู้เขียน	124

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของปาล์มน้ำมันและพืชร่วม	38
ตารางที่ 2 ความสูงลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมัน	40
ตารางที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมัน	40
ตารางที่ 4 ความยาวใบของกล้าปาล์มน้ำมัน	41
ตารางที่ 5 ความกว้างใบของกล้าปาล์มน้ำมัน	41
ตารางที่ 6 จำนวนใบรูปสองแฉกของกล้าปาล์มน้ำมัน	42
ตารางที่ 7 จำนวนใบรูปขนนกของกล้าปาล์มน้ำมัน	42
ตารางที่ 8 ความยาวใบย่อยของกล้าปาล์มน้ำมัน	43
ตารางที่ 9 ความกว้างใบย่อยของกล้าปาล์มน้ำมัน	43
ตารางที่ 10 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมัน	47
ตารางที่ 11 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบของกล้าปาล์มน้ำมัน	47
ตารางที่ 12 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของกล้าปาล์มน้ำมัน	48
ตารางที่ 13 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 0-25 ซม ของกล้าปาล์มน้ำมัน	48
ตารางที่ 14 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 25-50 ซม ของกล้าปาล์มน้ำมัน	49
ตารางที่ 15 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึกมากกว่า 50 ซม ของกล้าปาล์มน้ำมัน	49
ตารางที่ 16 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งหมดของรากของกล้าปาล์มน้ำมัน	50
ตารางที่ 17 อัตราส่วนลำต้นต่อรากของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกล้าปาล์มน้ำมัน	50
ตารางที่ 18 ความยาวรากของกล้าปาล์มน้ำมัน	51
ตารางที่ 19 ความสูงลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน	53
ตารางที่ 20 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน	53
ตารางที่ 21 ความยาวกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน	54
ตารางที่ 22 เส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน	54
ตารางที่ 23 ความกว้างใบของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน	55
ตารางที่ 24 ความยาวใบของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน	55
ตารางที่ 25 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลำต้นของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน	62
ตารางที่ 26 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งกิ่งของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน	62

ตารางที่ 27 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน 63
ตารางที่ 28 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน 63
ตารางที่ 29 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 0-25 ซม
ของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน 64
ตารางที่ 30 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 25-50 ซม
ของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน 64
ตารางที่ 31 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึกมากกว่า 50 ซม
ของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน 65
ตารางที่ 32 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากทั้งหมดของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน 65
ตารางที่ 33 อัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน 66
ตารางที่ 34 ความยาวรากของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 66
ตารางที่ 35 ผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและคุณสมบัติดินที่เหมาะสมต่อปาล์มน้ำมัน 67
ตารางที่ 36 ความสูงลำต้นของปาล์มน้ำมัน 71
ตารางที่ 37 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของปาล์มน้ำมัน 71
ตารางที่ 38 ความกว้างก้านใบของปาล์มน้ำมัน 71
ตารางที่ 39 ความหนาก้านใบของปาล์มน้ำมัน 72
ตารางที่ 40 ความยาวก้านใบของปาล์มน้ำมัน 72
ตารางที่ 41 ความยาวแกนทางใบของปาล์มน้ำมัน 72
ตารางที่ 42 ความกว้างแกนทางใบของปาล์มน้ำมัน 73
ตารางที่ 43 ความกว้างใบย่อยของปาล์มน้ำมัน 73
ตารางที่ 44 ความยาวใบย่อยของปาล์มน้ำมัน 73
ตารางที่ 45 จำนวนใบย่อยของปาล์มน้ำมัน 74
ตารางที่ 46 จำนวนทางใบของปาล์มน้ำมันที่ยังไม่กาง 74
ตารางที่ 47 จำนวนทางใบใหม่ของปาล์มน้ำมัน 74
ตารางที่ 48 จำนวนช่อดอกเพศผู้ของปาล์มน้ำมัน 75
ตารางที่ 49 จำนวนช่อดอกเพศเมียของปาล์มน้ำมัน 75
ตารางที่ 50 อัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมัน 75
ตารางที่ 51 ความสูงลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 78
ตารางที่ 52 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 78
ตารางที่ 53 ความยาวใบของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 79

ตารางที่ 54 ความกว้างใบของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 79
ตารางที่ 55 ความยาวกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 80
ตารางที่ 56 เส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 80
ตารางที่ 57 ผลผลิตยอดอ่อนของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 81
ตารางที่ 58 น้ำหนักรากของปาล์มน้ำมัน 91
ตารางที่ 59 น้ำหนักรากของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 92
ตารางที่ 60 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงลำต้น จำนวนช่อดอกเพศผู้
จำนวนช่อดอกเพศเมีย และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมัน 96
ตารางที่ 61 ความสูงของต้นและเส้นรอบวงลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 99
ตารางที่ 62 อัตราการเจริญเติบโตของความสูงและเส้นรอบวงลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 100

รายการภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 การเตรียมภาชนะปลูก การปลูกพืช และการติดตั้งระบบน้ำ	26
ภาพที่ 2 การล้างทำความสะอาดรากและต้นกล้าที่ผ่านการล้างลำความสะอาด	27
ภาพที่ 3 รูปแบบการปลูกพืชร่วม 8 ต้น ห่างจากปาล์มน้ำมัน 2 เมตร และตัวอย่างปาล์มน้ำมันที่มีการปลูกร่วมกับมะม่วงหิมพานต์	28
ภาพที่ 4 การกำหนดทางใบที่ 9 การวัดความสูงต้นและการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น	30
ภาพที่ 5 การวัดความกว้างก้านใบ ความหนาก้านใบ และความยาวก้านใบ	30
ภาพที่ 6 การวัดความยาวแกนกลางทางใบ จากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุด	31
ภาพที่ 7 บริเวณปลายแหลมของแกนกลางทางใบและการวัดความกว้างแกนกลางทางใบ	31
ภาพที่ 8 การนับจำนวนใบย่อยของทางใบปาล์มน้ำมันมันและทางใบที่ยังไม่กาง	31
ภาพที่ 9 การวัดการเจริญเติบโตของมะม่วงหิมพานต์ การวัดความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ และความกว้างใบ	32
ภาพที่ 10 การวัดการเจริญเติบโตของผักหวานบ้าน การวัดความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ และความกว้างใบ	32
ภาพที่ 11 การวัดการเจริญเติบโตของชะอม การวัดความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ และความกว้างใบ	33
ภาพที่ 12 การวัดการเจริญเติบโตของผักเหมียง การวัดความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ และความกว้างใบ	33
ภาพที่ 13 การวัดการเจริญเติบโตของผักหวานป่า การวัดความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ และความกว้างใบ	33
ภาพที่ 14 การติดตั้งอุปกรณ์บันทึกราก การขุดหลุมด้วยจอบ แต่งขอบหลุมด้วยเสียม วัดความลึกหลุม ใส่กล่องอะคริลิกลงในหลุม ปิดฝากล่องอะคริลิก และกลบดินในหลุม และปูแผ่นพลาสติกเพื่อป้องกันวัชพืช	34
ภาพที่ 15 การเก็บตัวอย่างดินโดยใช้เครื่องเจาะดิน ดินที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง	36
ภาพที่ 16 ลักษณะกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกร่วมกับพืชชนิดต่าง ๆ	46
ภาพที่ 17 อัตราการเจริญเติบโตของความสูงต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน	56
ภาพที่ 18 อัตราการเจริญเติบโตของความเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน	57

ภาพที่ 19 อัตราการเจริญเติบโตของความยาวกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 57
ภาพที่ 20 อัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 57
ภาพที่ 21 ลักษณะของพืชร่วมของกล้าปาล์มน้ำมัน 61
ภาพที่ 22 สภาพอากาศและความชื้นดินในพื้นที่ศึกษา อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด
อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นดิน 68
ภาพที่ 23 อัตราการเจริญเติบโตของความสูงต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต 83
ภาพที่ 24 อัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน
ในระยะก่อนให้ผลผลิต 83
ภาพที่ 25 อัตราการเจริญเติบโตของความยาวกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต 84
ภาพที่ 26 อัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน
ในระยะก่อนให้ผลผลิต 84
ภาพที่ 27 ลักษณะของราก ปาล์มน้ำมัน มะม่วงหิมพานต์ ผักหวานบ้าน ชะอม ผักเหมียง
และผักหวานป่า 86
ภาพที่ 28 สมการรีเกรสชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวและน้ำหนักราก ปาล์มน้ำมัน
มะม่วงหิมพานต์ ผักหวานบ้าน ชะอม ผักเหมียง และ ผักหวานป่า 87
ภาพที่ 29 ภาพสแกนรากของปาล์มน้ำมันและพืชร่วม 89
ภาพที่ 30 อัตราการเจริญเติบโตของรากปาล์มน้ำมัน 93
ภาพที่ 31 อัตราการเจริญเติบโตของรากพืชร่วมปาล์มน้ำมัน 93
ภาพที่ 32 สภาพอากาศของพื้นที่ศึกษา อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด
และปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ 94
ภาพที่ 33 ปาล์มน้ำมันอายุ 12 ปี ปลูกร่วมกับหลุมพอ ตะเคียนทอง มะฮ็อกกานี
ตำเสา และจำปาป่า 99
ภาพที่ 34 ความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มปาล์มน้ำมันที่ระยะ 1 2 3 และ 4 เมตร
จากต้นปาล์มน้ำมัน 107
ภาพที่ 35 การแผ่ขยายของรากปาล์มน้ำมันที่ผิวดินในแนวระนาบ ปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน
และ 2 ปี 109
ภาพที่ 36 ปาล์มน้ำมันที่มีการปลูกพืชร่วม ปลูกร่วมกับต้นเตยหอม
ปลูกร่วมกับกระท้อน กล้วย และบอน 110
ภาพที่ 37 ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับไม้ยืนต้น ปลูกร่วมกับตะเคียนทอง และสะเดาช้าง 111

ภาพภาคผนวกที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมกล่องอะคริลิกสำหรับการบันทึกราก 121
ภาพภาคผนวกที่ 2 หน้าต่างโปรแกรม IMAGEJ 122
ภาพภาคผนวกที่ 3 การปรับภาพเพื่อใช้ในการหาพื้นที่ผิวของราก 122
ภาพภาคผนวกที่ 4 พื้นที่ผิวรากที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม IMAGEJ 123
ภาพภาคผนวกที่ 5 ภาพสแกนราก รากพืชร่วมปาล์มน้ำมัน และรากปาล์มน้ำมัน 123

บทที่ 1
บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ให้ผลผลิตประมาณ 5.9 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ในภาคใต้ประมาณ 5.1 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 86.23 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ปาล์มน้ำมันสามารถให้ผลผลิตประมาณ 25-30 ปี โดยเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 3 ปี หลังปลูกในแปลง (ธีระ, 2554) ในระยะเวลาตั้งแต่ปลูกปาล์มน้ำมันจนกระทั่งเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นช่วงที่ทางใบของปาล์มน้ำมันยังมีการพัฒนาไม่เต็มพื้นที่ ทำให้มีพื้นที่ว่างภายในแปลงปลูก ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกพืชชนิดอื่น ๆ ในระหว่างช่วงเวลาดังกล่าว (ธีระและธีระพงศ์, 2558) โดยพืชที่ปลูกมีหลายชนิด เช่น สับปะรด ถั่วลิสง ถั่วฝักยาว กะหล่ำปลี พริก กล้วย เป็นต้น ซึ่งการเลือกพืชปลูกของเกษตรกรมักขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด การดูแลรักษาง่าย และเป็นพืชอายุสั้นที่มีระยะเวลาในการดูแลรักษาไม่นาน (นัดดาและสุพัตรา, 2560) ส่วนในแปลงปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต มีเพียงเกษตรกรส่วนน้อยเท่านั้นที่ทำการปลูกพืชร่วมเนื่องจากมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ปริมาณแสงไม่เพียงพอ ทำให้เกิดความยุ่งยากในการเก็บเกี่ยวทะลาย ปริมาณธาตุอาหารไม่ในดินไม่เพียงพอ เป็นต้น (Dissanayake and Palihakkara, 2019) ในการเลือกพืชปลูกร่วมในแปลงปาล์มน้ำมัน เกษตรส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อปาล์มน้ำมัน ซึ่งพืชร่วมอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในภายหลัง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชร่วมในปาล์มน้ำมันมีน้อย ทำให้เกษตรกรไม่มีข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกปลูกพืชชนิดอื่นร่วมในสวนปาล์มน้ำมัน การศึกษาผลของการปลูกพืชร่วมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากทำให้ทราบถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับปาล์มน้ำมันจากการปลูกพืชร่วม ทำให้สามารถคัดเลือกพืชร่วมที่เหมาะสมที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน มีการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินและเป็นการเพิ่มรายได้เสริมให้แก่เกษตรกร ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาผลของการปลูกพืชร่วมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยการศึกษาได้มีการสำรวจแปลงปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในภาคใต้ของประเทศไทยที่มีการปลูกพืชร่วมปาล์มน้ำมัน ทำการบันทึกชนิดของพืชร่วม

และได้ทำการคัดเลือกพืชมา 5 ชนิดซึ่งเป็นพืชกลุ่มกินใบ ได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ ผักหวานบ้าน ชะอม ผักเหมียง และผักหวานป่า เพื่อใช้ในการศึกษาในปาล์มน้ำมันในระยะกล้าและระยะก่อนให้ผลผลิต สาเหตุที่เลือกกลุ่มพืชกินใบในการศึกษาเนื่องจากมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้เร็ว จากข้อจำกัดด้านเวลาจึงได้ทำการศึกษาการปลูกพืชร่วมกลุ่มไม้ยืนต้นในแปลงของเกษตรกรที่มีการปลูกพืชร่วมปาล์มน้ำมันประมาณ 10 ปี โดยพืชร่วมกลุ่มไม้ยืนต้นที่ได้ทำการศึกษาได้แก่ หลุมพอ ตะเคียนทอง มะฮ็อกกานี ตำเสา เทียม จำปาป่า และบุนนาค ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน (minirhizotron) เข้ามาช่วยในการศึกษาการพัฒนาของรากพืชร่วมและรากปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต โดยเทคนิคมินิไรโซตรอน ถูกนำมาใช้ในการศึกษาระบบรากในพืชหลายชนิด เช่น ข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) (Cai *et al*., 2016) ข้าวโพด (*Zea mays* L.) (Faget *et al*., 2010) แอปเปิ้ล (*Malus domestica*) (Withington *et al*., 2003) ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) (สยุมพล และคณะ, 2559) และปาล์มน้ำมัน (Harun and Noor, 2004) เป็นต้น การศึกษาวิธีนี้เป็นการศึกษารากแบบไม่ทำลายตัวอย่าง โดยสามารถใช้ได้ทั้งการศึกษาระบบราก และการเจริญของราก (Rewald and Ephrath, 2013) นอกจากนี้ยังใช้ในการศึกษาระบบรากได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน (Harun and Noor, 2004) โดยผลจากการศึกนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร นักวิชาการ หรือผู้ที่สนใจในการปลูกพืชร่วมในสวนปาล์มน้ำมัน

2. การตรวจเอกสาร

2.1 ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีอายุยืนและสามารถให้ผลผลิตทะลายได้ตลอดทั้งปี ปาล์มน้ำมันมีชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name) คือ *Elaeis guineensis* Jacq. มีชื่อสามัญ (common name) คือ oil palm จัดอยู่ในวงศ์ (family) Arecaceae หรือ Palmae ในจีนัส (genus) *Elaeis* ปาล์มน้ำมันประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ลำต้น ปาล์มน้ำมันมีลำต้นลักษณะเป็นทรงกระบอกตั้งตรง ไม่มีการแตกกิ่งก้านสาขา ภายในลำต้นประกอบด้วยมัดท่อลำเลียงน้ำ (xylem) สำหรับลำเลียงน้ำและธาตุอาหารจากรากไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้นไปจนถึงใบ และมัดท่อลำเลียงอาหาร (phloem) ที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงไปยังส่วนต่าง ๆ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจึงไม่มีเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง มีเพียงทิศทางการเจริญด้านความสูงที่เกิดจากตายอดเท่านั้น ซึ่งตายอดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-12 เซนติเมตร และมีความลึกประ 2.5-4.0 เซนติเมตร อยู่ตรงบริเวณส่วนกลางของส่วนยอด (crown) โดยมีจุดที่เป็นต้นกำเนิดใบ ใบอ่อน และฐานของใบหุ้มอยู่ ขนาดและความสูงของลำต้นปาล์มน้ำมันจะมีความแตกต่างกัน การแสดงออกจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2561)

2. ใบ ใบของปาล์มน้ำมันมีอยู่ 3 แบบ คือ ใบรูปหอก ใบสองแฉก และใบรูปขนนก ซึ่งใบรูปหอกและใบสองแฉกจะพบในระยะกล้าเท่านั้น ส่วนใบที่พบเห็นได้ในปาล์มน้ำมันในระยะที่ให้ผลผลิตแล้วจะเป็นใบรูปขนนก ในใบประกอบด้วย ก้านใบซึ่งมีหนาม แกนทางใบ และใบย่อยที่เจริญออกมาจากแกนทางใบ ใบปาล์มน้ำมันพัฒนามาจากเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอด โดยความยาวของทางใบจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2561)

3. ช่อดอก ปาล์มน้ำมันสามารถสร้างช่อดอกได้ตั้งแต่อายุ 2-3 ปี หลังปลูก ช่อดอกมีการพัฒนามาจากตาดอกที่อยู่บริเวณซอกใบที่ติดกับต้น หลังจากนั้นจะพัฒนาต่อไปเป็นช่อดอกเพศผู้หรือเพศเมีย โดยการกำหนดเพศจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในช่วงเวลาการพัฒนาช่อดอกเป็นตัวกำหนด ปาล์มน้ำมันมีช่อดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่บนต้นเดียวกันแต่แยกกันอยู่คนละช่อ ช่อดอกเพศผู้จะมีหน้าที่ในการผลิตละอองเกสรซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เพื่อไปผสมกับดอกที่กำลังบานบนช่อดอกเพศเมีย หลังจากนั้นจึงพัฒนาไปเป็นผลปาล์มน้ำมัน (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2561)

4. ผลและเมล็ด ผลปาล์มน้ำมันเป็นผลแบบดรูป (drupe) เช่นเดียวกับมะพร้าว ในผลประกอบด้วย ผิวเปลือกชั้นนอก (exocarp) มีลักษณะเป็นมันวาว ผลชั้นกลาง (mesocarp) หรือเนื้อปาล์ม เป็นส่วนที่มีการสะสมน้ำมัน และผลชั้นใน (endocarp) หรือกะลาที่อยู่ติดกับส่วนของเมล็ด แต่โดยปกติแล้วกระบวนการทำเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันจะแยกส่วนของเปลือกนอกและเนื้อปาล์มออกและคงเหลือส่วนของกะลาและเมล็ดเอาไว้ ดังนั้นในปาล์มน้ำมันเมื่อกล่าวถึงเมล็ดจะรวมส่วนของกะลาเข้าไปด้วย ในผลของปาล์มน้ำมันสามารถนำมาสกัดน้ำมันได้จากสองส่วนคือส่วนของเนื้อปาล์มที่มีสีเหลืองและส่วนของเนื้อในเมล็ดที่มีสีขาว ซึ่งน้ำมันที่ได้สามารถจากทั้งสองส่วนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2561)

2.2 ระบบรากปาล์มน้ำมัน

รากของปาล์มน้ำมันเป็นระบบรากฝอย รากแรกเริ่มที่งอกออกจากเมล็ด (radicle) จะถูกแทนที่ด้วยรากฝอยเมื่อมีอายุมากขึ้น โดยรากฝอยจะประกอบด้วยราก 4 ชุด คือ

- รากชุดที่ 1 (primary root: RI) คือรากส่วนที่งอกออกมาจากลำต้นโดยมีทั้งในแนวระดับ (horizontal RI) รากนี้ทำหน้าที่หลักในการดูดน้ำและธาตุอาหาร และในแนวดิ่งลง (vertical descending RI) ซึ่งเป็นรากที่มีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากมีหน้าที่หลักในการยึดลำต้นกับพื้นดินไม่ให้ล้ม รากชุดที่ 1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-10 มิลลิเมตร และอาจยาวได้ถึง 25 เมตร

- รากชุดที่ 2 (secondary root: RII) เป็นรากที่เจริญมาจากรากชุดที่ 1 โดยมีการแตกแขนง 2 แบบคือ รากชุดที่ 2 ในแนวดิ่งขึ้น (vertical ascending RII) และรากชุดที่ 2 ในแนวดิ่งลง (vertical descending RII) โดยรากชุดที่ 2 ที่แตกในแนวดิ่งขึ้นจะมีจำนวนมากกว่าในแนวดิ่งลง รากชุดที่ 2 จะมีขนาดเล็กกว่ารากชุดที่ 1 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-4 มิลลิเมตร

- รากชุดที่ 3 (tertiary root: RIII) เป็นรากที่เจริญมาจากรากชุดที่ 2 โดยการเจริญของรากชุดที่ 3 จะมีทิศทางไม่แน่นอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5-1.5 มิลลิเมตร มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร

- รากชุดที่ 4 (quaternary root: RIV) เป็นรากที่เจริญมาจากรากชุดที่ 3 รากชุดนี้อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ ซึ่งรากชุดนี้มีขนาดเล็กที่สุด คือมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2-0.5 มิลลิเมตร (Jourdan and Rey, 1997; Jourdan *et al.*, 2000; Zuraidah *et al.*, 2010)

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของรากปาล์มน้ำมัน

รากปาล์มน้ำมันเป็นพืชต้องการปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับพืชอื่น ๆ หากส่วนรากปาล์มน้ำมันมีการเจริญที่ผิดปกติจะส่งผลต่อการเจริญของลำต้น ใบ รวมไปถึงการให้ผลผลิตทะลาย เนื่องจากรากทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหาร ซึ่งมีส่วนสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเจริญเติบโต โดยปัจจัยที่มีผลต่อรากปาล์มน้ำมันแบ่งเป็น 2 ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยภายในหรือปัจจัยด้านพันธุกรรม (internal or genetic factor) และปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (external or environmental factor) โดยแต่ละปัจจัยมีผลดังนี้

1. ปัจจัยด้านพันธุกรรม

พันธุกรรมจัดเป็นปัจจัยพื้นฐานที่กำหนดลักษณะของพืชซึ่งกำหนดโดยมียีน (gene) บทบาทที่เกี่ยวของของยีนคือจะไปกระตุ้นการสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของราก ปัจจัยทางพันธุกรรมสามารถแสดงออกในระดับที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและปัจจัยด้านพันธุกรรมในตัวพืชเอง ซึ่งก็คือ พันธุ์ปลูก (Atkinson and Urwin, 2012) พืชจะแสดงออกต่อปัจจัยสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันโดยการควบคุมของฮอร์โมน ซึ่งมีอยู่ 5 กลุ่ม ได้แก่ ออกซิน ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน กรดแอบไซซิก และ เอทิลีน ซึ่งฮอร์โมนเหล่านี้ทำให้พืชมีการตอบสนองสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ และทำให้พืชอยู่รอดได้ ตัวอย่างเช่น เมื่อพืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำ พืชจะมีการหลั่งกรดแอบไซซิก ทำให้ปากใบปิดเพื่อลดการสูญเสียน้ำออกจากพืช เป็นต้น (Hopkins and Huner, 2009)

2. ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญต่อรากพืช โดยปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมอาจส่งเสริมหรือยับยั้งการแสดงออกของพันธุกรรมก็เป็นไปได้ โดยทั่วไปการเจริญเติบโตและหน้าที่ของรากมักเป็นผลมาจากความเครียดทั้งจากสภาพแวดล้อมและจากปัจจัยทางพันธุกรรม โดยปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อรากมีดังนี้

- เนื้อดินและโครงสร้างดิน

ลักษะเนื้อดินและโครงสร้างดินมีผลกระทบต่อการเจริญต่อรากโดยตรงทั้งการทะลุผ่านดินและทิศทางของราก Passioura (1991) รายงานว่าอัตราการเจริญของรากมีสหสัมพันธ์กับลักษณะของดิน โดยรากพืชเจริญได้ดีในดินที่มีสภาพไม่แน่นทึบ เนื่องจากมีช่องว่างซึ่งเป็นส่วนที่มีน้ำและอากาศไหลเวียนอยู่ สภาพเครียดจากลักษณะโครงสร้างดินที่ไม่เหมาะสมสามารถยับยั้งการยืดยาวของรากได้ โดยพืชแต่ละชนิดสามารถทนทานต่อสภาพดินได้แตกต่างกัน (Bengough *et al*., 2006)

- การถ่ายเทอากาศของดิน

การถ่ายเทอากาศของดินมีความสำคัญทั้งต่อพืชที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติและพืชปลูก ในดินที่มีการถ่ายเทอากาศน้อยมักจะยับยั้งการเจริญของรากเนื่องจากการถ่ายเทออกซิเจนเกิดได้ไม่ดี (Hopkins and Huner, 2009) ออกซิเจนมีบทบาทสำคัญในกระบวนหายใจของพืชเพื่อสร้างพลังงาน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของราก เช่น การแบ่งเซลล์ การดูดธาตุอาหาร โดยปกติในดินที่มีปริมาณน้ำอยู่ในจุดที่ดินอิ่มตัวหรือดินที่มีน้ำท่วมขังมักจะขาดออกซิเจน เนื่องจากช่องว่างภายในดินถูกแทนที่ด้วยน้ำ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตโดยเฉพาะพืชที่อยู่บนบก (Bartholomeus *et al.*, 2008)

- น้ำในดิน

น้ำในดินเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญของราก โดยรากของพืชจะถูกยับยั้งการเจริญเติบโตไม่ทั้งในสภาพน้ำท่วมขังและในสภาพขาดน้ำ ในขณะที่น้ำท่วมขังจะส่งผลให้ช่องว่างในดินถูกแทนที่ด้วยน้ำ ส่งผลให้รากขาดออกซิเจนเป็นเหตุให้รากชะงักการเจริญเติบโต รากไม่สามารถดูดน้ำและธาตุอาหารได้ หากน้ำท่วมขังรุนแรงเป็นเวลานานจะทำให้รากตายในที่สุด (Weber, 2014) ส่วนในสภาพขาดน้ำ ก็ส่งผลให้รากลดหรือชะงักการเจริญเติบโตได้เช่นกัน โดยเฉพาะในดินที่ขาดน้ำจนถึงจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point) จะทำให้พืชไม่สามารถฟื้นฟูตัวเองได้เมื่อได้รับน้ำ การขาดน้ำในดินจะส่งผลต่อการดูดน้ำและธาตุอาหารของราก (Brunner *et al.*, 2015) ดังนั้นน้ำในดินจึงต้องมีปริมาณที่เหมาะสมเพื่อทำให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างปกติ

- อุณหภูมิ

โดยปกติรากพืชมักจะถูกจำกัดการเจริญเติบโตเมื่ออุณหภูมิของดินลดต่ำลงกว่าปกติ เนื่องจากรากพืชดูดน้ำและธาตุอาหารได้น้อยลง นอกจากนี้ในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำจะไปลดการสร้างและส่งฮอร์โมนที่บริเวณราก ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของลำต้นเช่นกัน (Zhu *et al*., 2015) การลดลงของอุณหภูมิของดินมักเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลในรอบปี ดังนั้น ในรอบปีการเจริญของรากพืชจึงมีความแตกต่างกันตามฤดูกาล อย่างไรก็ตามกลไกที่เกี่ยวข้องกับผลของอุณหภูมิต่ำกับการเจริญของรากยังมีการศึกษาน้อย และยังไม่สามารถอธิบายกลไกได้อย่างชัดเจน (Weinig *et al*., 2014) ส่วนในดินที่อุณหภูมิสูงทำให้รากพืชมีการเจริญเติบโตน้อยลง ส่งผลให้ชีวมวลและขนาดของรากลดลง เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงส่งผลให้น้ำในดินระเหยมากขึ้นทำให้รากพืชขาดน้ำ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการดูดธาตุอาหารของพืชอีกด้วย (Giri *et al.*, 2017)

- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-เบส ของดินจะเกี่ยวข้องกับการละลายของธาตุอาหารในดิน โดยทั่วไปธาตุอาหารที่พืชต้องการจะละลายได้ดีที่ pH 5.5-6.5 ดินที่มี pH ต่ำว่า 5.5 รากพืชจะได้รับการความเป็นพืชจากไฮโดรเจนไอออน (H^+) อะลูมิเนียม แมงกานีส และเหล็ก นอกจากนี้ นอกจากนี้ในสภาพดินที่เป็นกรดมีแนวโน้มจะขาดแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมในสารละลายดิน ซึ่งธาตุธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืช (Zu *et al.*, 2014) ส่วนในดินที่มีสภาพเป็นเบสมาก ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะลดลง เนื่องจากเมื่อ pH เพิ่มสูงขึ้นจะมีแคลเซียมละลายออกมามากซึ่งทำให้เกิดการตรึงธาตุฟอสฟอรัสในสารละลายดิน นอกจากนี้ในดินเบสจะมีการละลายของธาตุสังกะสีและโคบอลต์ออกมาน้อย ซึ่งทำให้รากและลำต้นชะงักการเจริญเติบโต และส่งผลให้ผลผลิตลดลงในที่สุด (Wang *et al*., 2014)

- ความเค็มของดิน

ดินเค็มหมายถึงดินที่มีเกลือที่ละลายได้ในสารละลายดินปริมาณมาก ทำให้ในสารละลายดินมีความเข้มข้นสูงกว่าในรากพืช ทำให้พืชไม่สามารถดูดน้ำได้ นอกจากนี้ยังทำให้รากพืชสูญเสียน้ำออกไปสู่สารละลายดินอาจทำให้รากพืชตาย พืชที่ปลูกในดินเค็มมักได้รับพิษจากโซเดียม คลอไรด์ และความไม่สมดุลของธาตุอาหาร ดังนั้นพืชที่ปลูกในดินเค็มจึงมักแสดงอาการใบไหม้ ลำต้นแคระแกร็นมี ดินเค็มสามารถสังเกตโดยดูจากคราบเกลือเป็นหย่อม ๆ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง (Schleiff, 2014)

- ธาตุอาหารในดิน

ธาตุอาหารในดินมีความจำเป็นสำหรับการเติบโตของพืช ซึ่งสามารถถูกจัดได้จากเกณฑ์คือ (1) ถ้าเกิดพืชขาดสารอาหารนี้แล้ว ทำให้พืชไม่สามารถวงจรชีวิตได้ตามปกติ หรือ (2) สารนั้นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของพืชหรือส่วนประกอบของสารตัวกลางในกระบวนการสร้างและสลาย (metabolite) สารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช สามารถแบ่งตามปริมาณที่ปรากฏในเนื้อเยื่อพืช ได้เป็น ธาตุอาหารหลัก (primary macronutrient) ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) ธาตุอาหารรอง (secondary macronutrient) ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และ กำมะถัน (S) และ ธาตุอาหารเสริม (micronutrient) ได้แก่ แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) คลอรีน (Cl) เหล็ก (Fe) โบรอน (B) สังกะสี (Zn) โมลิบดินัม (Mo) หากในดินมีปริมาณธาตุอาหารที่เหล่านี้ในปริมาณที่ไม่เหมาะสมย่อมส่งผลต่อการเจริญของรากรวมไปถึงลำต้นและการให้ผลผลิตของพืช (Hopkins and Huner, 2009)

2.4 การศึกษารากโดยวิธีมินิไรโซตรอน

การศึกษารากโดยวิธีมินิไรโซตรอนเป็นวิธีการศึกษารากแบบไม่ทำลายตัวอย่างราก (Rewald and Ephrath, 2013) วิธีการศึกษารากวิธีนี้จะใช้หลักการมองเห็นรากภายในอุปกรณ์ที่ทำการติดตั้งลงไปและติดตามการเปลี่ยนแปลงของรากอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยการบันทึกภาพโดยใช้กล้องถ่ายภาพภายในท่อหรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งลงไปในบริเวณที่ต้องการศึกษา (Brown and Upchurch, 1987) ท่อหรืออุปกรณ์ที่ทำการติดตั้งเพื่อใช้ในการศึกษารากอาจเป็นท่อรูปทรงสี่เหลี่ยม ทรงกลม หรือลูกบาศก์ ที่ทำจากวัสดุใสแสงสามารถทะลุผ่านได้ เช่น แก้ว อะคริลิค เป็นต้น โดยปกติการติดตั้งท่อสำหรับถ่ายภาพจะมีหลายลักษณะ เช่น ติดตั้งในแนวตั้งฉากกับพื้นดิน (มุม 90 องศา) หรือในแนวเอียงเป็นมุมต่าง ๆ เช่น มุม 30 45 และ 60 องศา กับพื้นดิน (Johnson *et al*., 2001) อุปกรณ์มินิไรโซตรอนที่ใช้บันทึกภาพรากของพืชจะประกอบด้วยหลายส่วน ได้แก่ คอมพิวเตอร์พกพา เป็นส่วนที่ใช้ในการประมวลผลและบันทึกข้อมูลภาพที่ถ่ายจากกล้อง กล้องถ่ายภาพ จะเป็นส่วนที่ใช้ถ่ายภาพรากภายในท่อที่ทำการติดตั้งไว้ และอุปกรณ์ควบคุมไฟส่องสว่างใช้สำหรับส่องไฟขณะถ่ายภาพ เนื่องจากภายในท่อจะไม่มีแสง (Rewald and Ephrath, 2013)

Harun และ Noor (2004) ศึกษาการพัฒนาของรากปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน จากการบันทึกการเจริญเติบโตของรากเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าปาล์มน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงของรากชุดที่ 3 สูงที่สุด (11 %) นอกจากนี้เขายังให้คำแนะนำว่าการในการศึกษารากปาล์มน้ำมันควรศึกษาในเวลามากกว่า 3 เดือนจึงจะสังเกตุการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน และการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลมีผลต่อการเจริญของรากปาล์มน้ำมัน

Cai และคณะ (2016) ศึกษาการพัฒนาของรากข้าวสาลีและการเปลี่ยนแปลงสถานะของดินที่ความลึก 10 20 40 60 80 และ 120 เซนติเมตร โดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน จากการศึกษาพบว่าการใช้เทคนิคนี้สามารถเห็นการพัฒนาของรากข้าวสาลี การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำและระดับอุณหภูมิในดินได้ตั้งแต่ฤดูกาลแรกของการเจริญเติบโตของข้าวสาลี ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองการพัฒนาของรากและการดูดน้ำของข้าวสาลีได้

สายัณห์และนเรศ (2560) ประเมินการเจริญเติบโตของรากยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 12 ปี ภายใต้การให้น้ำ 0 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการใช้ของพืช โดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอนและการเจาะดิน จากการศึกษาพบว่าการประเมินรากยางพาราทั้ง 2 วิธีมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.082$)

2.5 การปลูกพืชร่วม

การปลูกพืชร่วม คือ การปลูกพืชหลายชนิดในแปลงเดียวกัน เพื่อเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิตจากพืชหลายชนิด (Cong *et al.*, 2015b) รูปแบบการปลูกพืชร่วมโดยทั่วไปแบ่งเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1. การปลูกพืชร่วมแบบสลับแถว (row intercropping) คือ การปลูกพืชชนิดหนึ่งเป็นแถวแล้วสลับกับแถวของพืชอีกชนิดหนึ่งเป็นแถวต่อแถว เช่น การปลูกมันสำปะหลังช่วงแรกมีเจริญเติบโตช้า จึงปลูกพืชไร่อายุสั้นซึ่งช่วยกำจัดวัชพืช และช่วยให้มีการใช้แสงแดด น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ จะพบการปลูกพืชรูปแบบนี้มากในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งเกษตรกรมีพื้นที่ถือครองน้อยและต้องปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือน เกษตรกรนิยมปลูกธัญพืชสลับกับพืชตระกูลถั่วเพื่อให้ได้อาหารคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนครบถ้วน เพราะหากแยกแปลงปลูกของแต่ละพืชแล้วหากเกิดภัยพิบัติขึ้น จะทำให้พืชใดพืชหนึ่งเสียหาย เช่น น้ำท่วมบางส่วนของแปลง นอกจากนั้นการปลูกสลับแถวยังเป็นการลดการรบกวนของโรคแมลงอีกด้วย ในบางกรณีพืชหนึ่งอาจทำหน้าที่ให้ร่มเงากับอีกพืชหนึ่งที่ไม่ต้องการแสงแดดร้อนจัด (Mousavi and Eskandari, 2011; Mthembu *et al*., 2019)

2. การปลูกพืชร่วมแบบผสม (mix-intercropping) คือ การปลูกพืชสองชนิดหรือมากกว่าสองชนิดพร้อมกันโดยไม่ได้ปลูกเป็นแถว แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปลูกคละในหลุมเดียวกัน ตัวอย่างเช่น การหยอดเมล็ดฟักทองและข้าวโพดหวานลงในหลุมเดียวกันอย่างละ 2-3 เมล็ดแล้วให้งอกและเจริญเติบโตในหลุมเดียวกันเป็นการประหยัดเวลาการปลูกพืช และพืชทั้งสองมักมีการกระจายในทิศทางต่างกันทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยและน้ำ อีกประเภทคือปลูกคละบนพื้นที่เดียวกันด้วยการหว่านพืชชนิดต่าง ๆ หรืออาจจะเป็นชนิดเดียวกันแต่มีหลายพันธุ์ คละลงในพื้นที่เดียวกันจนไม่สามารถแยกพืชแต่ละชนิดออกเป็นแถวเป็นแนวได้ (Mousavi and Eskandari, 2011; Mthembu *et al*., 2019)

3. การปลูกพืชร่วมแบบสลับแถบ (strip-intercropping) คือ การปลูกสลับแถวเป็นการปลูกพืชชนิดหนึ่ง ซึ่งปลูกติดต่อกันหลาย (2-4 แถว) สลับกับพืชอีกชนิดหลายแถวติดต่อกัน ทำให้มองเห็นเป็นแถบของพืชทั้งสองสลับกันตลอดความยาวของแปลงปลูก พืชลักษณะของแถวมักจะเป็นแนวขวางทางลาดชัน หรือขวางทางเดินของน้ำ เพื่อป้องกันการเกิดชะล้างพังทลายของดิน เช่น การปลูกข้าวโพดกับถั่วเหลือง (Mousavi and Eskandari, 2011; Mthembu *et al*., 2019)

4. การปลูกพืชร่วมแบบเหลื่อมกัน (relay intercropping) คือ การปลูกพืชสองขนิดหรือมากกว่าพร้อมกัน โดยจะมีการปลูกพืชชนิดที่สองในช่วงหลังจากที่ชนิดแรกออกดอกถึงก่อนการเก็บเกี่ยวพืชชนิดแรก การปลูกพืชร่วมรูปแบบนี้จะช่วยทุ่นเวลาในการปลูกพืช 2 หรือพืช 3 ทำให้เกษตรกรมีการปลูกพืชหลายชนิดได้ ในเวลา 1 ปี (Mousavi and Eskandari, 2011; Mthembu *et al*., 2019)

2.6 พืชร่วมที่ใช้ในการศึกษาในปาล์มน้ำมันระยะกล้าและระยะก่อนให้ผลผลิต

1. ผักหวานป่า (melientha)

ผักหวานป่า (*Melientha suavis* Pierre) เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ต้นที่โตเต็มที่อาจสูงถึง 13 เมตร ที่พบโดยทั่วไปมักมีลักษณะเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก หรือเป็นไม้พุ่ม เนื่องจากมีการหักกิ่งเด็ดยอดเพื่อกระตุ้นให้เกิดกิ่งและยอดอ่อนซึ่งเป็นส่วนที่ใช้บริโภค

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ผักหวานป่า เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง มีลำต้นสูงประมาณ 5-10 เมตร แต่ที่พบทั่วไปในแปลงปลูกจะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก เพราะมีการตัดยอด และตัดแต่งกิ่ง โดยลำต้นเป็นไม้เนื้อแข็ง ลำต้นแตกกิ่งมาก เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลอมเทา ผิวลำต้นขรุขระ

ใบ ผักหวานป่าเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ แตกใบออกเป็นใบเดี่ยว ๆ เรียงสลับกันบริเวณปลายกิ่ง มีก้านใบสั้น ใบมีรูปไข่ค่อนข้างรี โคนใบสอบ ปลายใยแหลม แผ่นใบ และขอบใบเรียบ ใบอ่อนหรือยอดอ่อนมีสีเขียวอ่อน ใบแก่มีสีเขียวเข้ม และเป็นมัน แผ่นใบบาง ค่อนข้างกรอบ ขนาดใบกว้างประมาณ 2.5-5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 5-12 เซนติเมตร

ดอก ดอกผักหวานป่าออกดอกเป็นช่อบริเวณกิ่ง และลำต้น ก้านช่อดอกยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร ช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อยขนาดเล็กจำนวนมาก ดอกย่อยมีลักษณะทรงกลม สีเขียวอ่อน ประกอบด้วยดอกตัวผู้ที่ไม่มีก้านดอก 3-5 ดอก ส่วนดอกตัวเมียมีก้านดอกยาวประมาณ 3-8 มิลลิเมตร มักพบเป็นดอกเดี่ยว หรืออาจพบเป็นกลุ่ม 3-5 ดอก

ผล และเมล็ด ผลของผักหวานป่ามีลักษณะกลมเกือบเป็นรูปไข่ ขนาดผล 1.5-2 เซนติเมตร ยาว 2.2-4 เซนติเมตร เปลือกผลเรียบ และบาง เนื้อผลค่อนข้างหนา และฉ่ำน้ำ ผลอ่อนมีสีเขียว และมีนวลเคลือบ เมื่อสุกมีสีเหลือง และสุกจัดจนร่วงจะมีสีเหลืองเข้ม ภายในมีเมล็ด 1 เมล็ด (ณัฏฐากร และ บัณฑิต, 2552)

2. ผักหวานบ้าน (sweet leaf bush/ star gooseberry)

ผักหวานบ้าน (*Sauropus androgynous)* เป็นผักชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก นอกจากนั้น สารสกัดด้วยเอทานอลยังมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที สามารถยับยั้งการเจริญของคะน้าได้

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ผักหวานบ้าน เป็นไม้พุ่มขนาดเล็กถึงกลาง มีลำต้นสูงประมาณ 0.1-4 เมตร ลำต้นกลม และตั้งตรง ลำต้นแตกกิ่งแขนงตั้งแต่ระดับล่าง และแตกกิ่งแขนงมาก ทำให้เห็นเป็นทรงพุ่มหนาทึบ โคนลำต้นมีลักษณะเนื้อไม้แข็ง เปลือกโคนลำต้นมีสีน้ำตาล ปลายลำต้นมีเปลือกสีเขียว ส่วนกิ่งมีเปลือกสีเขียว เป็นเนื้อไม้อ่อนเปราะหักง่าย และกิ่งบางกิ่งในระยะแรกที่เติบโตงอกงามมักโค้งลงต่ำ แต่เมื่อกิ่งมีอายุมากขึ้นจะค่อย ๆ ตั้งตรงมากขึ้น และหากตัดแต่งกิ่งหรือตัดลำต้น เมื่อทิ้งไว้สัก 1 อาทิตย์ จะแทงยอด และกิ่งใหม่แทนได้

ใบ ผักหวานบ้าน เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ประเภทใบประกอบแบบขนนกชนิดใบเดี่ยว (มีใบเดียวที่ก้านปลายใบหลัก) แตกออกจากลำต้น และกิ่งในลักษณะเวียนสลับกัน ประกอบด้วยก้านใบหลัก สีเขียว ยาวประมาณ 15-30 เซนติเมตร บนก้านใบหลักมีใบย่อยเรียงเยื้องสลับกัน ใบย่อยแต่ละใบมีก้านใบขนาดเล็ก และสั้น ยาวประมาณ 2-5 มิลลิเมตร มีหูใบรูปสามเหลี่ยมที่โคนก้านใบ แต่ละใบรูปไข่หรือรูปไข่รียาว โคนใบสอบ ปลายใบแหลม ขนาดใบกว้างประมาณ 1.5-3 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3-8 เซนติเมตร แผ่นใบและขอบใบเรียบ แผ่นใบบางกรอบ ด้านบนมีสีเขียวเข้มและมีไขเคลือบที่ผิวใบ ด้านล่างมีสีจางกว่า ส่วนเส้นกลางใบ และเส้นแขนงใบมองเห็นไม่ชัดเจน แต่เส้นกลางใบ และเส้นแขนงใบด้านล่างมีลักษณะนูนเด่น มองเห็นได้ชัด

ดอก ดอกผักหวานบ้านออกเป็นช่อกระจุกบริเวณซอกใบย่อย เป็นดอกไม่สมบูรณ์เพศหรือดอกแยกเพศบนต้นเดียวกัน ตัวดอกมีลักษณะคล้ายจานหรือร่ม เมื่อบานเต็มที่จะกว้างประมาณ 5-12 มิลลิเมตร มีก้านดอกสั้น ประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ตัวดอกไม่มีกลีบเลี้ยง มีกลีบดอกจำนวน 6 กลีบ แบ่งออกเป็น 2 ชั้น กลีบชั้นใน จำนวน 3 กลีบ กลีบชั้นนอก จำนวน 3 กลีบ แผ่นกลีบมีรูประฆัง สีแดง โคนกลีบสอบแคบ กลางกลีบ และปลายกลีบกว้าง และมีติ่งแหลมที่ปลายกลีบตรงกลาง ในดอกตัวผู้จะมีเกสรตัวผู้ 3 อัน ส่วนดอกตัวเมียมีรังไข่ตรงกลาง ทั้งนี้ดอกจะออกในช่วงเดือนเมษายน – มิถุนายน

ผล ผลผักหวานบ้านติดเป็นผลเดี่ยวหรือมากกว่า 1 ผล ผลห้อยลงด้านล่างใต้ก้านใบหลักหรือใต้ใบย่อย ผลมีลักษณะกลม และแป้นเล็กน้อย คล้ายผลมะยม แต่มีขนาดเล็กกว่า ขนาดผลกว้างประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 0.8-1.2 เซนติเมตร ที่ขั้วผลจะมีกลีบเลี้ยงสีแดงติดอยู่ และท้ายผลด้านล่างมีติ่งสีแดงขนาดเล็ก จำนวน 3 ติ่ง เปลือกผลเรียบและหนา และ

แบ่งเป็นร่องพูเล็ก ๆ พอมองเห็น จำนวน 3 ร่องพูใหญ่ แต่มี 6 ร่องเมื่อปริแตก ผลอ่อนมีสีเขียวอ่อน ผลสุกหรือแก่จัดมีสีขาวอมชมพู และปริแตกออกเป็นส่วน ๆ ตามร่องพูภายในผลมีเมล็ดเรียงล้อมแกนผล จำนวน 6 เมล็ด แทรกอยู่ในแต่ละร่องพู แต่เมล็ดมีลักษณะรูปครึ่งวงกลม กว้างประมาณ 4-5 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 5-8 มิลลิเมตร (ราชันย์ และ สมราน, 2557)

3. ชะอม (cha-om)

ชะอม (*Senegalia pennata*) เป็นไม้พุ่มขนาดย่อม มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้ ลำต้นและกิ่งก้านจะมีหนามแหลม ส่วนลักษณะของใบชะอมเป็นใบประกอบสีเขียวขนาดเล็ก มีก้านใบย่อยแตกออกจากแกนกลางใบ มีลักษณะคล้ายกับใบส้มป่อยหรือใบกระถิน ใบอ่อนจะมีกลิ่นฉุน ใบย่อยมีขนาดเล็กออกตรงข้ามกัน คล้ายรูปรีประมาณ 13-28 คู่ ปลายใบแหลมขอบใบเรียบ ใบย่อยจะหุบในเวลาเย็น และแผ่ออกเพื่อรับแสงในช่วงกลางวัน ส่วนดอกชะอม มีขนาดเล็กออกตามซอกใบ มีสีขาวถึงขาวนวล

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ชะอมเป็นไม้ยืนต้นมีอายุนานหลายปี มีลำต้นสูงได้มากกว่า 5 เมตร ลำต้นแตกกิ่งน้อย ทำให้มีทรงพุ่มโปร่ง กิ่งมีขนาดเล็ก แต่ยาวได้หลายเมตร ลำต้น และกิ่งมีหนามแหลม เปลือกลำต้น และกิ่งค่อนข้างบาง เปลือกผิวเรียบ ไม่แตกสะเก็ด ผิวเปลือกมีสีเทาอมเขียว

ใบ และยอดอ่อน ใบชะอมเป็นใบประกอบ มีก้านใบหลัก ยาว 15-20 ซม. ก้านใบหลักแตกเป็นก้านใบย่อยเป็นคู่ ๆ ตรงข้ามกัน 8-12 ก้าน แต่ละก้านใบย่อยประกอบด้วยใบขนาดเล็กจำนวนมาก ใบจะอยู่ตรงข้ามกันเป็นคู่ ๆ 15-28 คู่ ใบมีลักษณะรูปไข่ ผิวใบเรียบ ใบอ่อนมีสีเขียวสด ใบแก่มีสีเขียวเข้ม ใบบริเวณยอดอ่อนหุบพับเข้าประกบกัน ต่อมาค่อยแผ่กางออกยอดอ่อนชะอมจะมีกลิ่นฉุนแรง เป็นส่วนที่ใช้ประกอบอาหาร แต่หากเป็นใบแก่ กลิ่นฉุนนี้จะค่อย ๆ จางลง ไม่นิยมนำมาประกอบอาหาร

ดอก ดอกชะอมออกเป็นช่อ แทงออกเหนือซอกใบบริเวณปลายยอด ดอกมีขนาดเล็ก สีขาว มีเกสรตัวผู้เป็นเส้นเล็ก ๆ ภายในดอก (ดวงรัตน์, 2559)

4. มะม่วงหิมพานต์ (cashew)

มะม่วงหิมพานต์ (*Anacardium occidentale* L.) เป็นไม้ดอกยืนต้น ในวงศ์ Anacardiaceae กลุ่มเดียวกับมะม่วง และถั่วพิสตาชีโอ มะม่วงหิมพานต์เป็นพืชพื้นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของบราซิล ซึ่งเรียกเป็นภาษาโปรตุเกสว่า "กาญู" (caju - ผล) หรือ "กาญูเอย์รู" (cajueiro - ต้น) ปัจจุบันเติบโตแพร่หลายทั่วไปในภูมิภาคเขตร้อน เพื่อใช้ประโยชน์จากเมล็ด และผล เป็นพืชที่มีคุณค่าทางสารอาหารสูง ประกอบด้วยโปรตีนที่ย่อยง่าย ไขมันที่ส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว คาร์โบไฮเดรต วิตามินเอ บี อี และเกลือแร่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก

มะม่วงหิมพานต์เป็นไม้ไม่ผลัดใบ ลำต้นมีความสูง 10-12 เมตร ต้นเตี้ย แตกกิ่งก้านไม่สม่ำเสมอ ใบจัดเรียงเป็นแบบเกลียว ผิวมันลื่น รูปโค้งจนถึงรูปไข่ ความยาว 4-22 เซนติเมตร และกว้าง 2-15 เซนติเมตร ขอบใบเรียบ ส่วนดอกนั้นเกิดจาก ที่ยาวถึง 26 เซนติเมตร แต่ละดอกตอนแรกมีสีเขียวซีด จากนั้นสีสดเป็นแดงจัด มี 5 กลีบ ปลายแหลม เรียว ยาวประมาณ 7-15 มิลลิเมตร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง เมื่อโตเต็มที่จะมีความสูงโดยเฉลี่ย 6 เมตร (สามารถสูงได้ถึง 12 เมตร) ลำต้นเนื้อไม้แข็ง มีกิ่งแขนงแตกออกเป็นพุ่มแน่นทรงกลมถึงกระจายเปลือกหนาผิวเรียบมีสีน้ำตาลเทา

ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงเวียน ใบหนาเกลี้ยงเหมือนแผ่นหนัง ใบคล้ายรูปไข่กลับหัวถึงรูปรีกว้าง ปลายใบกลม โคนใบแหลม เนื้อใบมีกลิ่นหอม ใบมีขนาดกว้างประมาณ 6-10 เซนติเมตร และยาวประมาณ 8-20 เซนติเมตร

ดอก ออกเป็นช่อกระจาย ดอกมีสีขาวหรือสีเหลืองนวล และจะเปลี่ยนไปเป็นสีชมพู ช่อดอกแต่ละช่อประกอบด้วยดอกย่อยจำนวนมาก และมีกลีบเลี้ยงสีเขียวขนาดเล็ก โคนดอกเชื่อมติดกัน ดอกหนึ่งมีปลายแยกเป็นกลีบ 5 กลีบ ปลายแหลมเรียว ตรงกลางดอกมีเกสรตัวผู้ประมาณ 8-10 อัน หลังจากดอกร่วงจะติดผล

ผล มีลักษณะคล้ายผลชมพู่หรือลูกแพร์ ผลเป็นพวงห้อยลงมา ขนาดผลยาวประมาณ 5-8 เซนติเมตร เนื้อผลฉ่ำน้ำมีกลิ่นหอม ผลอ่อนมีสีเขียวหรือเหลืองอมชมพู แต่เมื่อผลสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีส้มแดง ที่ปลายผลมีเมล็ดอยู่ 1 เมล็ด มีลักษณะคล้ายรูปไต เปลือกนอกแข็งและยาวประมาณ 2-4 เซนติเมตร มีน้ำตาลอมเทา

เมล็ด เป็นผลมีเปลือกแข็ง มีเมล็ดเดียวลักษณะคล้ายรูปไต หรือคล้ายนวมของนักมวย มีสีน้ำตาลปนเทา ข้างในผลมีเมล็ดคล้ายรูปไต (พิสมัย และคณะ, 2547)

5. ผักเหมียง (melinjo)

ผักเหมียงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Gnetum gnemon* Linn. var. *tenerum* จัดอยู่ในวงศ์ Gnetaceae ผักเหมียงจัดเป็นผักเศรษฐกิจหลักของทางภาคใต้ของประเทศไทย นิยมใช้ใบอ่อนหรือยอดในการประกอบอาหาร เช่น ผัดผักเหมียง ต้มกระทิผักเหมียง แกงจืด ห่อหมก เป็นต้น ผักเหมียงเป็นพันธุ์ไม้ป่า ที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียบริเวณคาบสมุทรมาลายู พบแพร่กระจายทั้งในประเทศไทย มาเลเซีย และหมู่เกาะบอร์เนียว เติบโตได้ดีในภูมิอากาศร้อนชื้น พบแพร่กระจายบนพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 50-200 เมตร โดยประเทศไทยพบแพร่กระจายทั่วไปบริเวณเชิงเขา และที่ราบในภาคใต้ บริเวณจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี ระนอง พังงา และกระบี่

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ผักเหมียง เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นทรงพุ่มเตี้ย ๆ ลำต้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-30 มิลลิเมตร สูงประมาณ 2-3 เมตร ลำต้น และกิ่งมีลักษณะเป็นข้อ ๆ ลำต้นแตกกิ่งแขนงมาก และแตกไหลออกด้านข้าง จนแลดูเป็นทรงพุ่มหนาทึบ เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาล กิ่งอ่อนมีสีเขียวเข้ม แต่ละกิ่งไม่มีการสลัดทิ้งกิ่ง ลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อน กิ่งเปราะหักง่าย

ใบ ผักเหมียงเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ มีใบแตกออกที่ปลายกิ่งแขนง แตกออกเป็นใบเดี่ยวตรงข้ามกันเป็นคู่ ๆ ใบมีลักษณะรี มีก้านใบยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร โคนใบสอบ ปลายใบเรียวแหลม ขนาดใบกว้างประมาณ 4-10 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10-20 เซนติเมตร แผ่นใบมีสีเขียวเข้ม แผ่นใบบาง แต่เหนียว ใบอ่อนมีสีแดงอมส้ม มีรสหวานมัน

ดอก ผักเหมียงออกดอกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง แต่ละช่อดอกเป็นช่อดอกแบบเชิงลด มีความยาวช่อประมาณ 2-5 เซนติเมตร แยกออกเป็นต้นตัวผู้ และต้นสมบูรณ์เพศ ดอกตัวผู้ออกเป็นช่อ ยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร ช่อดอกมีลักษณะเป็นข้อ ๆ ที่มีดอกตัวผู้เรียงล้อมข้อ ตัวดอกมีขนาดเล็ก มีกลีบดอกสีขาว ส่วนต้นดอกสมบูรณ์เพศมีช่อดอกยาวประมาณ 5-7 เซนติเมตร ดอกมีขนาดใหญ่กว่าดอกต้นตัวผู้ ทั้งดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียเรียงล้อมบนข้อเหมือนต้นดอกตัวผู้ ประมาณ 7-10 ข้อ ดอกผักเหมียงจะเริ่มออกในช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม

ผล ผลผักเหมียงออกรวมกันบนช่อ แต่ละช่อมีผลประมาณ 10-20 ผล ผลมีลักษณะเป็นรูปกระสวย กว้างประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2.5-4 เซนติเมตร เปลือกผลค่อนข้างหนา ผลอ่อนมีสีเขียว ผลสุกมีสีเหลือง เนื้อผลมีรสหวาน ทั้งนี้ หลังออกดอก ดอกผักเหมียงจะเริ่มติดผลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม และผลสุกในช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน และติดเริ่มติดผลครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 5-6 ปี ขึ้นไป แต่การติดดอกออกผลจะไม่แน่นอน บางปีอาจไม่มีการติดดอกออกผล โดยเฉพาะปีที่ฝนตกชุกมาก (อุบลวรรณ, 2539)

2.7 พืชร่วมในที่ใช้ในการศึกษาในปาล์มน้ำมันระยะให้ผลผลิต

1. หลุมพอ (Borneo Teak, Merbau)

หลุมพอ (*Intsia palembanica* Miq.) อยู่ในวงศ์ Leguminosae-Caesalpinioideae มีชื่อพื้นเมือง เช่น กะลุมพอ มือบา เมอบา สะหลุมพอ พบขึ้นในป่าดิบชื้นใกล้ชายฝั่ง ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลจนถึง 800 เมตร ในประเทศไทย พบเฉพาะทางภาคใต้ หลุมพอมีเขตการกระจายพันธุ์ที่พม่าตอนใต้ และภูมิภาคมาเลเซีย

ลักษณะทางพฤกศาสตร์

ลำต้น หลุมพอมีต้นขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 50 เมตร และมีพูพอนขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 7 เมตร เปลือกลำต้นเรียบหรือ ตกสะเก็ดเป็นแผ่นกลมบาง ๆ มีสีต่างกัน เช่น สีชมพูอมน้ำตาล หรือเทาอมชมพู เป็นพืชที่มีการผลัดใบ

ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนกปลายคู่มีใบย่อย 4 คู่ แกนกลางใบประกอบ ยาว 10-15 เซนติเมตร ก้านใบประกอบยาว 1.5-2 เซนติเมตร ใบย่อย รูปไข่ เบี้ยวเล็กน้อย ยาวได้ประมาณ 9 เซนติเมตร ปลายใบแหลม เว้าเล็กน้อยตอนปลาย โคนใบกลม แผ่นใบเป็นมัน ก้านใบย่อยยาว 0.2-0.5 เซนติเมตร

ดอก เป็นดอกช่อ มีช่อดอกยาว 5-10 เซนติเมตร ก้านช่อยาว 0.3-1 เซนติเมตร ฐานรองดอกสั้นกว่ากลีบเลี้ยง กลีบเลี้ยง 4 กลีบ สีเขียว รูปรียาว 0.4-0.8 เซนติเมตร กลีบดอกสีขาวอมเหลือง มี 1 กลีบ ยาว 0.6-0.9 เซนติเมตร รวมก้านกลีบแผ่นกลีบกลมกว้าง 0.3-0.4 เซนติเมตร เกสรเพศผู้ 3 อัน ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร รังไข่มีก้านสั้น ๆ มีขนยาวปกคลุม ก้านเกสรเพศเมียยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ช่วงการออกดอกและติดผล ผลสุกแก่ในเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม

ผล เป็นฝักรูปขอบขนานหรือรูปใบหอกกว้าง 6-8 เซนติเมตร ยาว 15-40 เซนติเมตร เมล็ดกลมแบน เส้นผ่านศูนย์กลางยาวประมาณ 3 เซนติเมตร (ราชัน, 2559)

2. ตะเคียนทอง (iron wood)

ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) อยู่ในวงศ์ Dipterocarpaceae มีชื่อพื้นเมือง เช่น กะกี้โกกี้ แคน จะเคียน จูเค้โซเกตะเคียน ตะเคียนทอง ตะเคียนใหญ่ ไพร มีถิ่นกำเนิดในป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ขึ้นได้ดีบนที่ราบหรือค่อนข้างราบใกล้ริมน้ำ เป็นไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจและเป็นไม้เด่นของป่าดิบชื้น

ลักษณะทางพฤกศาสตร์

ลำต้น ตะเคียนทองเป็นไม้ขนาดใหญ่สูง 20-40 เมตร เป็นพืชไม่ผลัดใบ เรือนยอด เป็นพุ่มทึบกลมหรือรูปเจดีย์ต่ำ ๆ มีเปลือกหนา สีน้ำตาลดำแตกเป็นสะเก็ด กระพี้สีน้ำตาลอ่อนแก่นสีน้ำตาลแดง

ใบ เป็นรูปไข่แกมรูปหอก หรือรูปดาบ กว้างประมาณ 3-6 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10-14 เซนติเมตร เนื้อใบค่อนข้างหนาปลายใบเรียว โคนใบบนป้านและเบี้ยว หลังใบมีตุ่มเกลี้ยง ๆ อยู่ตามง่ามแขนงใบ เส้นแขนงใบมี 9-13 คู่ ปลายโค้ง แต่ไม่จรดกัน

ดอก มีขนาดเล็ก ออกเป็นช่อยาว ๆ สีขาวตามง่ามใบและปลายกิ่ง กลิ่นหอม ก้านช่อดอก ก้านดอก และกลีบรองกลีบดอกมีขนนุ่ม กลีบดอก และกลีบรองกลีบดอกมีอย่างละ 5

กลีบโคนกลีบเชื่อมติดกัน ดอกออกระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม ดอกจะไม่ออกทุกปีช่วงดอกออกมากประมาณ 2-3 ปี/ครั้ง และจะแก่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน

ผล รูปทรงกลม หรือรูปไข่เกลี้ยง ปลายมนเป็นติ่งคล้ายหนามแหลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตรปีกยาว 1 คู่ รูปใบพาย ปลายปีกกว้างค่อย ๆ เรียวสวนมาทางโคนปีก เส้นปีกความยาวมี 7 เส้น ปีกสั้นมีความยาวไม่เกินความยาวตัวผล (ส่วนปลูกป่าเอกชน, 2553)

3. มะฮ็อกกานีใบใหญ่ (broad leaf mahogany)

มะฮ็อกกานีใบใหญ่ (*Swietenia macrophylla* King.) อยู่ในวงศ์ Meliaceae เป็นพืชไม่ผลัดใบหรือผลัดใบช่วงต้น มีถิ่นกำเนิด ประเทศฮอนดูรัส อเมริกากลาง อเมริกาใต้ และหมู่เกาะอินดีสตะวันตก ในประเทศไทยพบได้ทุกภาค นำเข้ามาปลูกครั้งแรกที่จังหวัดเพชรบุรี มีการกระจายพันธุ์ในป่าดิบแล้ง

ลักษณะทางพฤกศาสตร์

ลำต้น สูงได้ถึง 30 เมตร เรือนยอดแน่น ลำต้นตรง มีกิ่งใหญ่ เปลือกสีเทาเข้ม แตกเป็นแผ่นเมื่ออ่อน แตกเป็นร่องลึกเมื่อแก่ เปลือกในมีสีชมพูถึงสีน้ำตาลแดงเข้ม

ใบ ยาว 20-50 เซนติเมตร ใบประกอบแบบขนนกยอดคู่ ใบย่อย 3-6 คู่ ออกตรงข้าม กว้าง 3.5-5 เซนติเมตร ยาว 9-15 เซนติเมตร (ใบบนใหญ่สุด) รูปใบหอกแกมรี ปลายเรียวแหลมโค้ง โคนเบี้ยว ขอบไม่จัก ใบแก่มีสีเขียวเข้มเป็นมันด้านบน เกลี้ยงทั้งสองด้าน ก้านช้อใบค่อนข้างป่องแต่ไม่มีรูหรือเป็นร่องที่โคนมีตายอดใหญ่ปกคลุมด้วยเกล็ดเป็นน้ำยาง

ดอก ยาว 0.8-1 เซนติเมตร สีเหลืองอ่อนหรือออกเขียวดอกแยกเพศ (แต่มักเห็นเป็นดอกสมบูรณ์เพศ) ออกเป็นช่อกระจุกแตกแขนงแคบ ยาว 10-18 เซนติเมตร ตามซอกใบ แต่ละกลุ่มจะพบมี ดอกเพศผู้ได้ถึง 10 ดอก ล้อมรอบดอกเพศเมียอยู่ 1 ดอกเสมอกลีบเลี้ยงยาว จัก 5 พู มีขนตามขอบ กลีบดอกแยก 5 กลีบ ยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร รูปขอบขนานปลายทู่ บิดในตาดอก ดอกโตเต็มที่บานหรือโค้งมีขนตามขอบ หลอดเกสรเกสรเพศผู้ รูปคนโทอับเรณูมี 8-10 อัน ติดใต้ขอบหลอดสลับกับซี่ฟันรูปสามเหลี่ยม มักมีแต้มสีแดงขุ่น รังไข่มี 5 ช่องมียอดเกสรเพศเมียใหญ่คล้ายจาน

ผล กว้าง 5-7 เซนติเมตร ยาว 10-16 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นรูปไข่ถึงขอบขนานหรือค่อนข้างรูปไข่กลับ ตั้งตรงบนก้านใหญ่แข็ง ยาวได้ถึง 5 เซนติเมตร หนาแข็ง แก่แตกออกจากทั้งสองด้านเป็น 5 ส่วนทิ้งแกนกลางผลที่มี 5 มุม มีหลายเมล็ดซ้อนกันปลายด้านหนึ่งมีปีกใหญ่แบนบาง ยาว 6-9 เซนติเมตร รวมปีก (ส่วนปลูกป่าเอกชน, 2561b)

4. ตำเสา (Ternstroemia)

ตำเสา (*Ternstroemia wallichiana* (Griff.) Engl.) อยู่ในวงศ์ Theaeceae มีชื่อท้องถิ่น เช่น กระโอน โกงกางป่า ทังไข่ไก่ มะเขือขื่น มังตาลแดงเขา เป็นไม้ที่พบทั่วไปในป่าเบญจพรรณในทุกภาค พบมากบริเวณลุ่มที่ชื้น ใกล้แหล่งน้ำ รวมถึงพบได้ในป่าดิบชื้น และป่าพรุทางภาคใต้ ในต่างประเทศพบที่อินเดีย พม่า ลาว เวียดนาม ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย

ลักษณะทางพฤกศาสตร์

ลำต้น ตำเสาจัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ต้นสูงประมาณ 15-20 เมตร เปลือกต้นสีน้ำตาล ผิวเรียบ เมื่อลำต้นแก่จะแตกเป็นร่องลึกตามยาว แก่นมีความแข็งแรงคงทน แตกกิ่งก้านมาก

ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม ออกหนาแน่นที่ปลายยอด ใบรูปวงรี ปลายใบแหลม กว้าง 4-6 เซนติเมตร ยาว 8-12 เซนติเมตร ขอบใบขนาน แผ่นใบเป็นคลื่นเล็กน้อย เรียบเป็นมัน สีเขียวเข้ม ฐานใบมน ปลายใบแหลม ท้องใบและขอบใบเรียบ เส้นกลางใบสีเขียวอ่อน นูนเล็กน้อย ผิวใบด้านบนลื่น เป็นมันสีเขียวเข้ม เนื้อใบค่อนข้างเหนียว หูใบยาว 0.1-0.2 เซนติเมตร เส้นแขนงใบ 5-9 คู่ เห็นไม่ชัดเจน เส้นกลางใบด้านบนนูนเล็กน้อย ด้านล่างเป็นสันนูนชัดเจน

ดอก ออกเป็นช่อ แบบช่อกระจุก ออกตามซอกใบที่ปลายกิ่ง ยาว 4-12 เซนติเมตร ก้านช่อยาว 2-6.5 เซนติเมตร ก้านดอกย่อยยาว 0.3-0.6 เซนติเมตร มีกลิ่นหอม กลีบดอกสีขาวและเหลืองอ่อนจำนวน 5 กลีบ ม้วนงอเข้าหาก้านดอก โคนกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอดสั้น ๆ ปลายกลีบดอกแหลม กลีบดอกรูปปากแตรแคบ ๆ ยาวได้ประมาณ 2 เซนติเมตร หลอดกลีบดอกยาว 0.7-1.2 เซนติเมตร กลีบรูปขอบขนาน ยาว 0.5-0.8 เซนติเมตร พับงอกลับ ดอกเริ่มบานมีสีขาวเมื่อบานเต็มที่มีสีเหลืองอมส้ม มีก้านเกสรยาวออกมา เกสรตัวผู้ยาวและติดกับกลีบดอกมี 5 อัน ยื่นพ้นเลยปากหลอดกลีบดอก ก้านเกสรเพศผู้แผ่กว้าง ยาว 1.5-2 เซนติเมตร อับเรณูรูปรีหรือขอบขนาน ยาวได้ประมาณ 0.2 เซนติเมตร เกสรตัวเมียยาวมี 1 อัน รังไข่ยาว 1.7-2.4 เซนติเมตร รวมก้านเกสรเพศเมีย ยอดเกสรรูปโล่หรือแยกเป็น 2 พู กลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบเลี้ยงรูประฆัง ยาว 0.2-0.3 เซนติเมตร กลีบยาวได้ประมาณ 0.2 เซนติเมตร ปลายกลีบกลม ออกดอกช่วงเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน

ผล มีลักษณะอ่อน ทรงกลมสีเขียว สุกสีเหลือง ส้ม หรือแดง เป็นแบบผลสดมีหลายเมล็ด ผลกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-0.8 เซนติเมตร เมล็ดมีขนาด 0.1-0.2 เซนติเมตร มีเหลี่ยม ผิวเรียบเป็นมัน ฉ่ำน้ำ มีติ่งแหลมสั้นติดอยู่ที่ปลาย

เมล็ด มีขนาดเล็ก มีสีน้ำตาลไหม้ มีหลายเมล็ด (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553)

5. สะเดาช้าง (Indian walnut)

สะเดาช้างหรือเทียม (*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs) จัดอยู่ในตระกูล Meliaceae ถิ่นกำเนิดของไม้ชนิดนี้ไม่ระบุแน่ชัด แต่พบว่ามีการกระจายอยู่ในแถบสุมาตรา มาเลเซีย นิวกินีและหมู่เกาะอารู ในประเทศไทยสันนิษฐานว่ามีผู้นำเข้ามาปลูกเนื่องจากไม่พบพันธุ์ไม้ชนิดนี้ขึ้นเองในป่าธรรมชาติ การกระจายของพันธุ์ไม้ชนิดนี้พบมากทางภาคใต้ โดยเฉพาะจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง สงขลา และพัทลุง

ลักษณะทางพฤกศาสตร์

ลำต้น มีลักษณะตรง เปลือกเรียบเมื่ออายุยังน้อย ในขณะที่เมื่ออายุมากขึ้นเปลือกจะแตกล่อนเป็นแผ่น โคนต้นเป็นพูพอนเล็กน้อย เรือนยอดเป็นพุ่มค่อนข้างโปร่ง เนื้อไม้มีสีน้ำตาลแดง

ใบ เป็นรูปช่อแบบขนนก ก้านใบยาว 20-60 เซนติเมตร ขึ้นรวมเป็นกระจุกที่ปลายกิ่งใบย่อยขึ้นสลับกันเล็กน้อย จำนวน 7-11 คู่ ขนาด 4-12 x 2-3.5 เซนติเมตร รูปหอกแกมใบมน ฐานใบเบี้ยวไม่เท่ากัน ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นล็กน้อย (ยกเว้นขณะที่เป็นกล้าไม้ ขอบใบจะหยักเป็นฟันเลื่อย) ใบหนา เกลี้ยงและมีสีเขียวเป็นมัน

ดอก ออกเป็นช่อตามง่ามใบ มีสีขาวอมเขียวอ่อน กลิ่นหอม กลีบดอกมี 5 กลีบ ขนาด 5-6.5 x 1.5-2.2 มิลลิเมตร ก้านชูเกสรตัวผู้เชื่อมติดกันเปนรูปท่อ ยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร ตรงปลายท่อแตกเปนแฉกตื้น ๆ ดอกออกประมาณต้นเดือนมีนาคม

ผล รูปไข่ เมื่อยังอ่อนมีสีเขียว ถ้ากรีดดูจะมียางสีขาวไหลออกมา ผลแก่สีเหลืองขนาด 2.4-3.2 x 1.3-1.6 เซนติเมตร ผลแก่ไม่แตก เปลือกผลหนา เนื้อภายในนุ่มรับประทานได้ หนึ่งผลมีหนึ่งเมล็ด เปลือกหุ้มเมล็ดบางแต่แข็ง เนื้อในเมล็ดมีกลิ่นแรง ซึ่งจะมีสาร Azadirachtin อยู่ในปริมาณ 3.3-3.5 มิลลิกรัม/เนื้อในเมล็ด 1 กรัม ซึ่งสามารถนำมาสกัดทำยากำจัดแมลงได้ ผลสุกแก่ประมาณเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน (จารุชาติ และ วารินทร์, 2547)

6. จำปาป่า (Champak)

จำปาป่า (*Magnolia champaca* (L.) Baill. Ex Pierre var. *champaca*) จัดอยู่ในวงศ์ Magnoliaceae มีชื่อพื้นเมืองคือ จำปา จำปาทอง จำปาเขา จำปากอ พบได้ทั่วไปในป่าดิบชื้นทั้งที่ราบและที่สูงเชิงเขาไม่เกิน 700 เมตร จากระดับน้ำทะเล

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ลักษณะโดยทั่วไปเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่ชนิดไม่ผลัดใบ มีความสูงได้ถึง 35-40 เมตร มีลักษณะตั้งตรง สูงใหญ่ เปลือกเรียบ มีสีเทาปนน้ำตาลหรือเทาอมขาว

เปลือกในสีขาว มีรูระบายอากาศทั่วไป มักมีรอยตาของกิ่งที่หลุดร่วงไปแล้ว เนื้อไม้มีสีเหลืองหรือน้ำตาลอ่อน เรือนยอดเป็นพุ่มกลม หรือรูปกรวยคว่ำ

ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงเวียนสลับ แผ่นใบรูปรีแกมขอบขนาน หรือรูปใบหอก กว้าง 4-10 เซนติเมตร ยาว 5-20 เซนติเมตร ปลายใบแหลมหรือเรียวแหลม ก้านใบยาว 2-4 เซนติเมตร ใบแก่เกลี้ยงหรือมีขนเล็กน้อย ยอดอ่อนและใบอ่อนมีขนสีทองปกคลุมหนาแน่น

ดอก เป็นดอกเดี่ยว สีเหลืองส้ม มีกลิ่นหอมฉุน ออกตามซอกใบ มีกลีบดอก 10-15 กลีบ ออกดอกระหว่างเดือนเมษายน – สิงหาคม

ผล เป็นผลกลุ่ม ผลย่อย 10-40 ผล แต่ละผลค่อนข้างกลมหรือรี เปลือกผลหนาและแข็ง มีสีเขียว รอบ ๆ ขรุขระ ในหนึ่งผลมี 1-7 เมล็ด เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีน้ำตาล แตกด้านข้าง เมล็ดสีดำ เปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง ออกผลในเดือนมกราคม – มีนาคม (ส่วนปลูกป่าเอกชน, 2561a)

7. บุนนาค (Ceylon ironwood)

บุนนาค (*Mesua ferrea* L.) อยู่ในวงศ์ Calophyllaceae มีชื่อท้องถิ่น เช่น ก๊าก่อ ก้ำก่อ ปะนาคอ รภีดอย บุนนาคมีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย ศรีลังกา อินโดจีน พม่า ไทย คาบสมุทรมาเลเซีย และสิงคโปร์ ขึ้นประปรายในป่าดิบชื้น ทางภาคเหนือ และภาคใต้ ที่ความสูงตั้งแต่ 20-700 เมตร จากระดับน้ำทะเล

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีความสูงประมาณ 15-25 เมตร และอาจสูงได้ถึง 30 เมตร ลักษณะเป็นทรงยอดพุ่มทึบและแคบ มีทรงพุ่มใหญ่ลักษณะคล้ายเจดีย์ต่ำ ๆ มีพูพอนเล็กน้อยตามโคนต้น เป็นไม้ไม่ผลัดใบ เนื้อไม้แข็ง กิ่งก้านเรียวเล็กห้อยลง เปลือกต้นมีสีน้ำตาลเข้ม มีรอยแตกตื้น ๆ หลุดร่วงได้ง่าย ที่เปลือกชั้นในจะมีน้ำยางสีเหลืองอ่อนเล็กน้อย ส่วนในเนื้อไม้จะมีสีแดงคล้ำเป็นมันเลื่อม พบได้มากในป่าดิบชื้น ตามลำธารหรือริมห้วย

ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้ามกัน ลักษณะของใบคล้ายรูปหอกหรือรูปขอบขนานแกมรูปหอก ปลายใบเรียวแหลม คล้ายใบมะปราง โคนใบสอบ แผ่นใบหนา ผิวใบเรียบเกลี้ยง ท้องใบมีคราบขาวปกคลุมอยู่ ใบมีขนาดกว้างประมาณ 1.2-4 เซนติเมตร และยาวประมาณ 5-13 เซนติเมตร ใบอ่อนจะมีสีชมพูออกแดง ส่วนใบแก่ด้านบนจะมีสีเขียวเข้ม ส่วนด้านล่างมีนวลสีเทา มีเส้นใบข้างมากแต่ไม่เห็นชัด ใบห้อยลงเป็นพู่ ก้านใบยาวประมาณ 0.8-1.2 เซนติเมตร ออกพร้อมกันทั้งต้นช่วงไม่กี่วันในแต่ละปี

ดอก ดอกเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกคู่ตามซอกใบหรือปลายกิ่ง กลีบดอกมีสีขาวจนถึงสีเหลืองอ่อน กลีบดอกมี 5 กลีบซ้อนกัน ลักษณะของกลีบดอกเป็นรูปไข่หัวกลับ ปลายบานและเว้า โคนสอบ ปลายกลีบย่นเล็กน้อย เมื่อดอกบานเต็มกลีบจะแผ่กว้างออก และมีเส้นผ่าน

ศูนย์กลางของดอกราว 5-10 เซนติเมตร ดอกบุนนาคเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ดอกจะห้อยลง ก้านดอกยาวน้อยกว่า 1 เซนติเมตร มีเกสรตัวผู้มากกว่า 50 อัน เกสรตัวผู้ยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร มีสีเหลืองส้มและเป็นฝอย ส่วนอับเรณูเป็นสีส้ม ส่วนก้านเกสรตัวเมียมีสีขาว ก้านยาว มีรังไข่ 2 ช่อง กลีบเลี้ยง 4 กลีบ คล้ายรูปช้อน งอเป็นกระพุ้ง แยกเป็น 2 วง ลักษณะกลม และกลีบเลี้ยงจะแข็งหนาและอยู่คงทน เมื่อเป็นผลก็ยังคงติดกับผลอยู่ และดอกมีกลิ่นหอมเย็น ส่งกลิ่นไปได้ไกล และดอกบุนนาคจะออกดอกในช่วงระหว่างฤดูร้อนถึงฤดูฝน

ผล ลักษณะของผลเป็นรูปไข่ ผลแข็งมาก ส่วนปลายโค้งแหลม ปลายไม่แตก เปลือกผลมีรอยด่างสีน้ำตาล มีขนาดกว้างประมาณ 2.5-3.5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 4 เซนติเมตร ผลมีสีส้มแก่หรือสีม่วงน้ำตาล มีเปลือกเป็นเส้นใยห่อหุ้มอยู่ และมีหยดยางเหนียวที่ฐานมีกลีบเลี้ยงหนารองรับอยู่ 4 กลีบติดอยู่ และจะขยายโตขึ้นเป็นกาบหุ้มผล ภายในผลมีเมล็ด 1-4 เมล็ด ส่วนเมล็ดบุนนาคมีลักษณะของเมล็ดแบนและแข็ง มีสีน้ำตาลเข้ม (สำนักงานหอพรรณไม้, 2559)

3. วัตถุประสงค์

3.1 เพื่อศึกษาผลกระทบของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมัน

3.2 เพื่อศึกษาผลกระทบของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต

3.3 เพื่อศึกษาผลกระทบของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการพัฒนาของรากปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต

3.4 เพื่อศึกษาผลกระทบของการปลูกพืชร่วมกลุ่มไม้ยืนต้นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต

3.5 เพื่อคัดเลือกพืชร่วมที่มีศักยภาพในการปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิตและระยะให้ผลผลิต

บทที่ 2
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

2.1.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมัน

<u>วัสดุพืช</u>

- ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน
- ต้นกล้ามะม่วงหิมพานต์อายุ 3 เดือน
- ต้นกล้าผักหวานบ้านอายุ 3 เดือน
- ต้นกล้าชะอมอายุ 3 เดือน
- ต้นกล้าผักเหมียงอายุ 3 เดือน
- ต้นกล้าผักหวานป่าอายุ 3 เดือน

<u>วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกและดูแลรักษาพืช</u>

- ถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร
- ถุงพลาสติก
- แผ่นพลาสติกโพลีเอทิลีนสำหรับปูพื้น
- ท่อพีวีซี
- หน้าดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร
- ปุ๋ยเคมี
- แผ่นป้ายพลาสติก
- จอบ
- กรรไกร
- บุ้งกี๋

<u>วัสดุอุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูล</u>

- ไม้บรรทัด
- ตลับเมตร

- เวอร์เนียร์
- กระดาษ
- ดินสอ
- เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ รุ่น AND EK-3000i
- ตู้อบตัวอย่างพืช

2.1.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและการพัฒนาของรากปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต

<u>วัสดุพืช</u>

- ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี
- ต้นกล้ามะม่วงหิมพานต์อายุ 3 เดือน
- ต้นกล้าผักหวานบ้านอายุ 3 เดือน
- ต้นกล้าชะอมอายุ 3 เดือน
- ต้นกล้าผักเหมียงอายุ 3 เดือน
- ต้นกล้าผักหวานป่าอายุ 3 เดือน

<u>วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกและดูแลรักษาพืช</u>

- จอบ
- เสียม
- มีดพร้า
- ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก
- บัวรดน้ำ

<u>วัสดุอุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูล</u>

- เครื่องสแกน Epson Perfection V39 (25.14 x 36.87 x 4.06 cm)
- กล่องอะคริลิก ขนาด 30 x 50 x 10 cm
- คอมพิวเตอร์แบบพกพา HP Pavilion dv6 พร้อมซอฟแวร์ Epson scan
- แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด
- แผ่นป้ายพลาสติก
- เชือกไนลอน
- ไม้บรรทัด

- ตลับเมตร
- เวอร์เนียร์
- กระดาษ
- ดินสอ

2.1.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มไม้ยืนต้นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต

<u>วัสดุอุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูล</u>

- สายเมตร
- ท่อพีวีซี
- แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด
- เชือกไนลอน

2.2 วิธีการ

2.2.1 การศึกษาที่ 1 ผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมัน

<u>แผนการทดลอง</u>

การศึกษาที่ 1 มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 6 ทรีตเมนต์ คือ

ทรีตเมนต์ที่ 1 (T1) กล้าปาล์มน้ำมันปลูกเชิงเดี่ยว

ทรีตเมนต์ที่ 2 (T2) กล้าปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับมะม่วงหิมพานต์

ทรีตเมนต์ที่ 3 (T3) กล้าปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับผักหวานบ้าน

ทรีตเมนต์ที่ 4 (T4) กล้าปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับชะอม

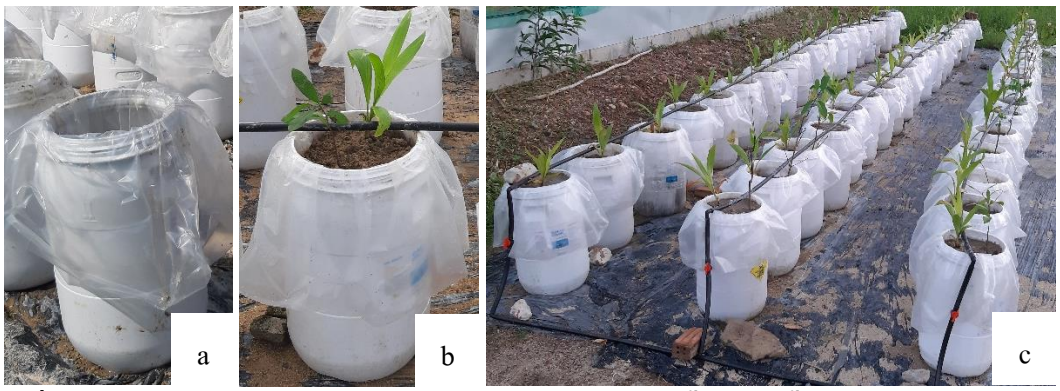
ทรีตเมนต์ที่ 5 (T5) กล้าปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับผักเหมียง

ทรีตเมนต์ที่ 6 (T6) กล้าปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับผักหวานป่า

แต่ละทรีตเมนต์ประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้กล้าปาล์มน้ำมัน 1 ต้นปลูกร่วมกับพืชร่วม 1 ต้นในถังพลาสติก

<u>วิธีการศึกษา</u>

นำถุงพลาสติกใส่ลงในถังพลาสติกแล้วทำการเจาะรูเพื่อระบายน้ำ (ภาพที่ 1a) จากนั้นเติมหน้าดินจนกระทั่งเต็มถัง ปลูกกล้าปาล์มน้ำมันพร้อมกับพืชร่วมลงในถัง โดยให้ต้นกล้าห่างกันประมาณ 15-20 เซนติเมตร (ภาพที่ 1b) เพื่อให้ต้นกล้าทั้งสองได้มีพื้นที่ในการขยายทรงพุ่ม การวางถังจะวางห่างกัน 50 เซนติเมตร แต่ละแถวห่างกัน 1 เมตร การติดตั้งระบบน้ำโดยการวางท่อเกษตรสีดำระหว่างต้นกล้าปาล์มน้ำมันและพืชร่วม เจาะรูท่อให้น้ำไหลระหว่างต้นกล้าทั้งสอง (ภาพที่ 1c) เริ่มปลูกกล้าปาล์มน้ำมันและพืชร่วมในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562



ภาพที่ 1 การเตรียมภาชนะปลูก (a) การปลูกพืช (b) และการติดตั้งระบบน้ำ (c)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

การบันทึกข้อมูลประกอบด้วย การวัดการเจริญเติบโต (growth) และการบันทึกมวลชีวภาพ (biomass) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันและพืชร่วม โดยจะมีการบันทึกดังนี้

1) การบันทึกการเจริญเติบโต

- ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน การบันทึกประกอบด้วย เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (plant diameter) ความสูงลำต้น (plant height) ความกว้างใบ (leaf width) ความยาวใบ (leaf length) ความกว้างใบย่อย (leaflet width) ความยาวใบย่อย (leaflet length) จำนวนใบสองแฉก (number of bifurcate leaves) และจำนวนใบขนนก (number of pinnate leaves)

- พืชร่วมปาล์มน้ำมัน การบันทึกประกอบด้วย เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางกิ่ง (branch diameter) ความยาวกิ่ง (branch length) ความกว้างใบ และความยาวใบ

ทำการบันทึกการเจริญเติบโตในทุก ๆ เดือนหลังปลูกเป็นระยะเวลา 6 เดือน คือ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 – เมษายน พ.ศ. 2563 ในเดือนที่ 2 4 และ 6 ของการปลูก จะมีการบันทึกความยาวรากเมื่อมีการทำลายต้นในการบันทึกมวลชีวภาพ

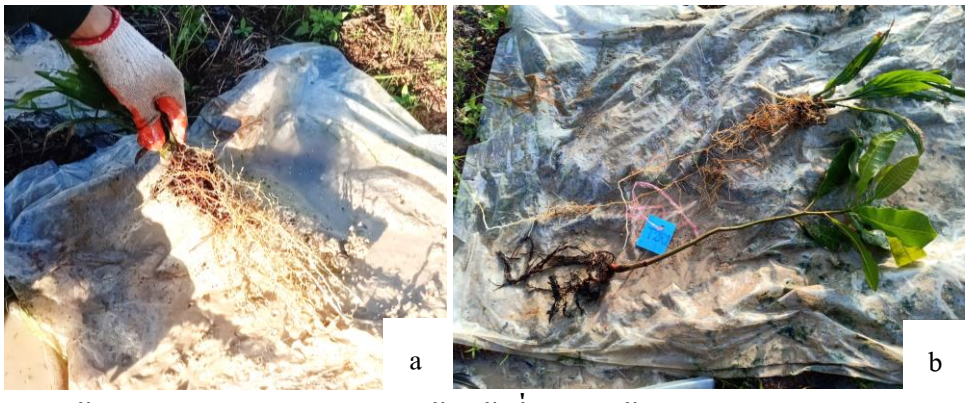
2) การบันทึกมวลชีวภาพ

การบันทึกมวลชีวภาพโดยการล้างทำความสะอาดต้นกล้าปาล์มน้ำมันและพืชร่วมโดยน้ำสะอาดอย่างระมัดระวังไม่ให้ส่วนต่าง ๆ ได้รับความเสียหายโดยเฉพาะส่วนรากของพืชที่มีความบอบบาง (ภาพที่ 2) หลังจากที่ล้างทำความสะอาดแล้วจึงนำไปแยกส่วนเพื่อบันทึกมวลชีวภาพต่อไป

- ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน การบันทึกประกอบด้วยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ รากที่ความยาวระดับ 0-25 เซนติเมตร รากที่ความยาวระดับ 25-50 เซนติเมตร และรากที่ความยาวระดับมากกว่า 50 เซนติเมตร

- พืชร่วมปาล์มน้ำมัน การบันทึกประกอบด้วยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ กิ่ง รากที่ความยาวระดับ 0-25 เซนติเมตร รากที่ความยาวระดับ 25-50 เซนติเมตร และรากที่ความยาวระดับมากกว่า 50 เซนติเมตร

ตัวอย่างพืชถูกทำให้แห้งโดยการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการบันทึกชีวมวลในเดือนที่ 2 4 และ 6 ของการปลูก คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 กุมภาพันธ์ และ เมษายน พ.ศ. 2563



ภาพที่ 2 การล้างทำความสะอาดราก (a) และต้นกล้าที่ผ่านการล้างลำความสะอาด (b)

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ตาราง ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($p < 0.05$) หรือ 99 ($p < 0.01$) เปอร์เซ็นต์ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรม R เวอร์ชัน 3.4.4 ร่วมกับ Agricolae package (de Mendiburu, 2019)

2.2.2 การศึกษาที่ 2 ผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและการพัฒนาของรากปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต

<u>แผนการทดลอง</u>

การศึกษาที่ 2 มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 6 ทรีตเมนต์ คือ

ทรีตเมนต์ที่ 1 (T1) ปาล์มน้ำมันปลูกเชิงเดี่ยว

ทรีตเมนต์ที่ 2 (T2) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับมะม่วงหิมพานต์

ทรีตเมนต์ที่ 3 (T3) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับผักหวานบ้าน

ทรีตเมนต์ที่ 4 (T4) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับชะอม

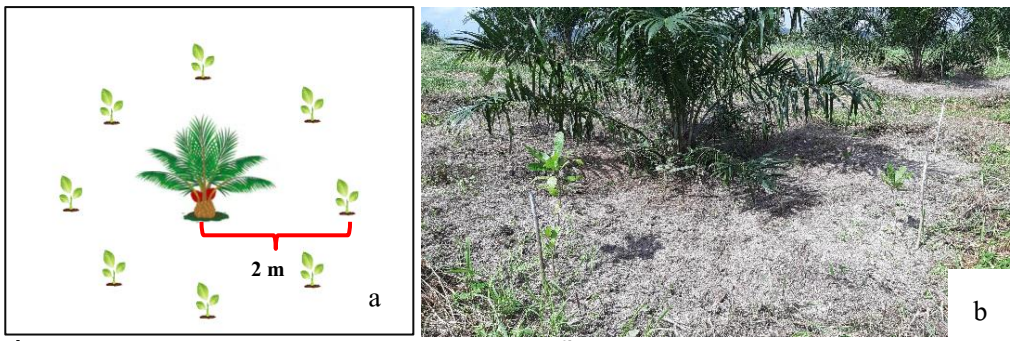
ทรีตเมนต์ที่ 5 (T5) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับผักเหมียง

ทรีตเมนต์ที่ 6 (T6) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับผักหวานป่า

แต่ละทรีตเมนต์ประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ต้นปาล์มน้ำมัน 1 ต้นปลูกร่วมกับพืชร่วม 8 ต้น

<u>วิธีการศึกษา</u>

ปลูกพืชร่วมปาล์มน้ำมันจำนวน 8 ต้นในแนวรัศมีรอบ ๆ ต้นปาล์มน้ำมัน โดยพืชร่วมแต่ละต้นอยู่ห่างจากต้นปาล์มน้ำมันเป็นระยะ 2 เมตร (ภาพที่ 3) การดูแลรักษาโดยการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 แก่พืชร่วมประมาณ 2-3 กรัมต่อต้น ในทุก ๆ เดือน กำจัดวัชพืชโดยตัดด้วยเครื่องตัดหญ้าและถากด้วยจอบ เดือนละ 1-2 ครั้ง ปาล์มน้ำมันได้มีการปลูกพืชร่วมในเดือนกันยายน พ.ศ. 2562



ภาพที่ 3 รูปแบบการปลูกพืชร่วม 8 ต้น ห่างจากปาล์มน้ำมัน 2 เมตร (a) และ ตัวอย่างปาล์มน้ำมันที่มีการปลูกร่วมกับมะม่วงหิมพานต์ (b)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1) การบันทึกการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น

- ปาล์มน้ำมัน การบันทึกการเจริญเติบโตทางลำต้นของปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วยลักษณะ ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างก้านใบ (petiole width) ความหนาก้านใบ (petiole thickness) ความยาวก้านใบ (petiole length) ความยาวแกนทางใบ (rachis length) ความกว้างแกนทางใบ (rachis width) ความกว้างใบย่อย (leaflet width) ความยาวใบย่อย (leaflet length) จำนวนใบย่อย (number of leaflets) จำนวนทางใบที่ยังไม่กาง (number of flag leaves) จำนวนช่อดอกเพศผู้ (number of male inflorescences) และ จำนวนช่อดอกเพศเมีย (number of female inflorescences) ทำการบันทึกการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในทุก ๆ 3 เดือน คือ เดือนกันยายน และธันวาคม พ.ศ. 2562 มีนาคม มิถุนายน และกันยายน พ.ศ. 2563 โดยการบันทึกลักษณะต่าง ๆ ทำดังนี้

การกำหนดทางใบที่ 9 กำหนดโดยให้ทางใบที่มีใบย่อยกางออกทั้งหมดเป็นทางใบที่ 1 สังเกตได้จากทางใบที่อ่อนที่สุดที่มีใบย่อยที่อยู่ด้านล่างสุดกางจนกระทั่งตั้งฉากกับแกนทางใบ ฉีดสีกำหนดทางใบที่ 1 หลังจากนั้นสังเกตใบที่อยู่ในวงถัดมา ซึ่งจะเยื้องไปทางขวาหรือซ้ายเล็กน้อยขึ้นอยู่กับการเวียนของทางใบ กำหนดให้เป็นทางใบที่ 9 ทำการฉีดสีเพื่อเป็นเครื่องหมาย (ภาพที่ 4a) ทางใบนี้จะใช้สำหรับการบันทึกการเจริญเติบโตในแต่ละครั้ง ดังนี้

- ความสูงลำต้น วัดความสูงจากผิวดินถึงหนามแรกของทางใบที่ 9 ของปาล์มน้ำมัน (ภาพที่ 4b)

- เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นตรงบริเวณโคนที่ติดกับผิวดิน (ภาพที่ 4c)

- ความกว้างก้านใบ วัดความกว้างตรงบริเวณส่วนของก้านใบที่เริ่มมีใบย่อยใบแรกของทางใบที่ 9 (ภาพที่ 5a)

- ความหนาก้านใบ วัดความหนาตรงบริเวณส่วนของก้านใบที่เริ่มมีใบย่อยใบแรกของทางใบที่ 9 (ภาพที่ 5b)

- ความยาวก้านใบ วัดความยาวจากใบย่อยล่างสุดของทางใบที่ 9 ไปถึงลำต้นปาล์มน้ำมัน (ภาพที่ 5c)

- ความยาวแกนทางใบ วัดจากแกนกลางทางใบจากบริเวณที่มีใบย่อยใบแรกซึ่งสังเกตจากลักษณะของหนามที่เป็นสีเขียว (ภาพที่ 6a) ไปจนถึงปลายสุดของแกนกลางทางใบที่มีใบย่อยใบสุดท้ายซึ่งมีลักษณะเป็นรูปตัววี (v) (ภาพที่ 6b)

- ความกว้างแกนทางใบ วัดความกว้างแกนกลางทางใบตรงบริเวณของทางใบที่มีส่วนปลายแหลมโผล่ขึ้นมาจากแกนกลางทางใบ (ภาพที่ 7)

- ความกว้างใบย่อย วัดความกว้างจากใบย่อยที่กว้างมากที่สุด ซึ่งมักอยู่บริเวณตรงกลางทางใบค่อนไปทางปลาย

- ความยาวใบย่อย วัดความความยาวจากใบย่อยที่ยาวที่สุด ซึ่งมักอยู่บริเวณตรงกลางทางใบค่อนไปทางปลาย เช่นเดียวกับใบย่อยที่กว้างมากที่สุด

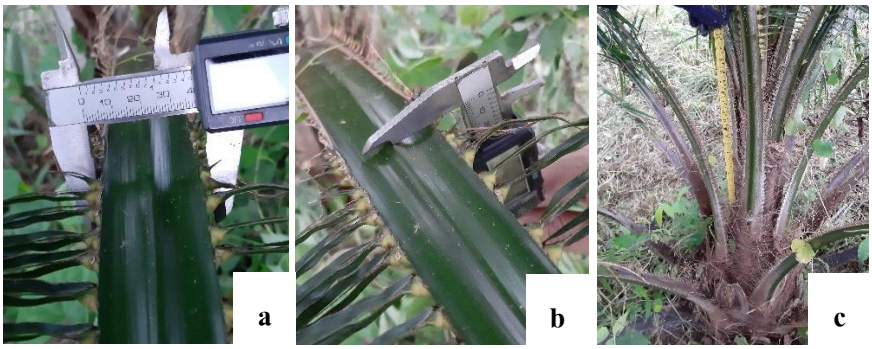
- จำนวนใบย่อย นับจากใบย่อยใบแรกข้างใดข้างหนึ่งไปจนถึงใบย่อยใบสุดท้าย จากนั้นคูณด้วย 2 เพื่อให้ได้จำนวนใบย่อยทั้งหมดของทางใบ (ภาพที่ 8a)

- จำนวนทางใบที่ยังไม่กาง นับจำนวนทางใบที่ยังไม่กางโดยการขยับทางใบอื่น ๆ ที่บดบังออกเพื่อให้เห็นทางใบบริเวณตรงใจกลางทรงพุ่ม (ภาพที่ 8b)

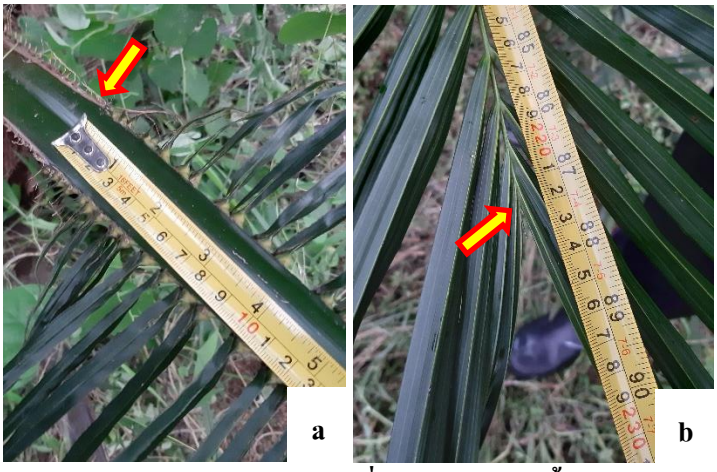
- จำนวนช่อดอกเพศผู้ นับจำนวนช่อดอกเพศผู้ที่ปรากฏอยู่ในต้นปาล์มน้ำมัน โดยนับเฉพาะช่อดอกเพศผู้ที่ยังไม่บานและบานเต็มที่แล้ว ไม่นับช่อดอกที่มีร่วง

- จำนวนช่อดอกเพศเมีย นับจำนวนช่อดอกเพศเมียที่ปรากฏอยู่ในต้นปาล์มน้ำมัน โดยนับเฉพาะช่อดอกเพศเมียที่ยังไม่บานและบานเต็มที่แล้ว ไม่นับช่อดอกที่มีร่วง

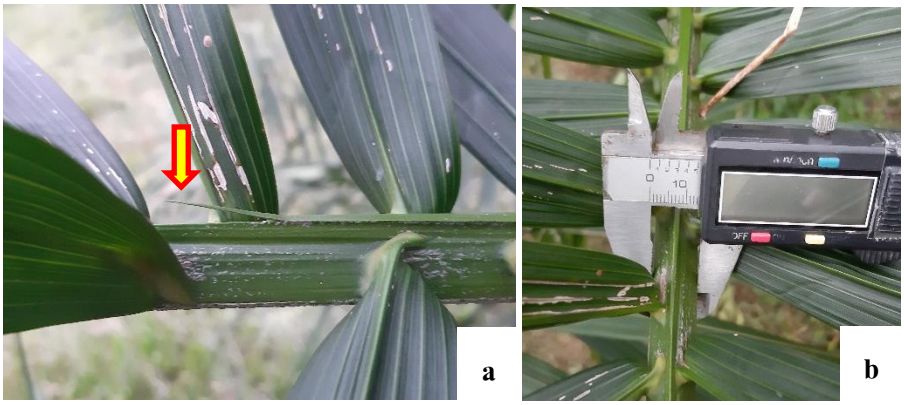
ภาพที่ 4 การกำหนดทางใบที่ 9 (a) การวัดความสูงต้น (b) และการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (c)



ภาพที่ 5 การวัดความกว้างก้านใบ (a) ความหนาก้านใบ (b) และความยาวก้านใบ (c)



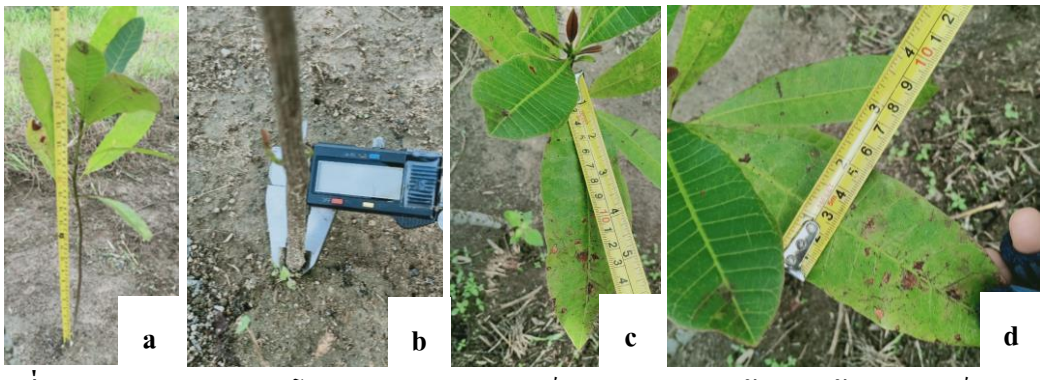
ภาพที่ 6 การวัดความยาวแกนกลางทางใบ จากจุดเริ่มต้น (a) ถึงจุดสิ้นสุด (b)



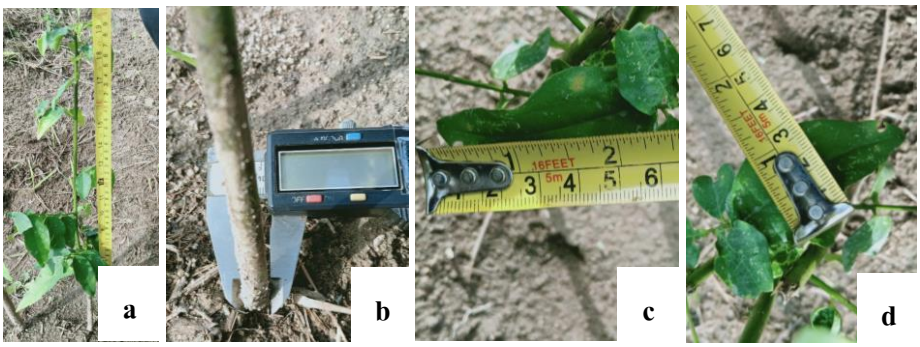
ภาพที่ 7 บริเวณปลายแหลมของแกนกลางทางใบ (a) และการวัดความกว้างแกนกลางทางใบ (b)

ภาพที่ 8 การนับจำนวนใบย่อยของทางใบปาล์มน้ำมันมัน (a) และทางใบที่ยังไม่กาง (b)

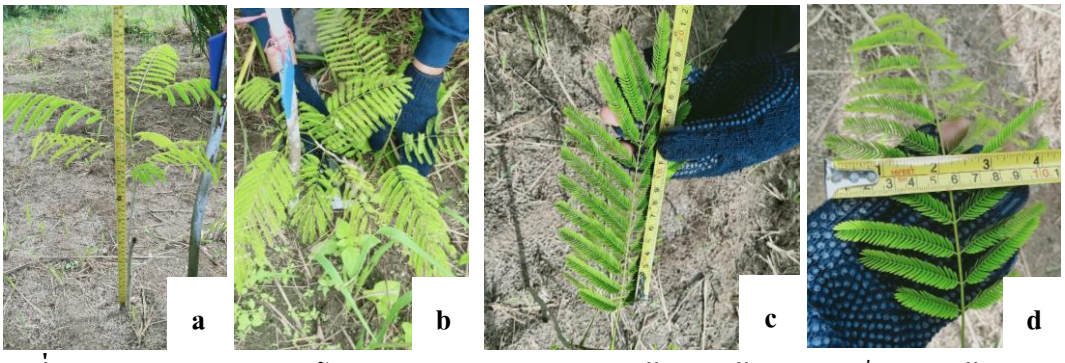
- พืชร่วมปาล์มน้ำมัน ทำการสุ่มเลือกพืชร่วมปาล์มน้ำมันจำนวน 4 ต้น จาก 8 ต้นเพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูล ทำการติดเครื่องหมายแต่ละต้นที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล การบันทึกการเจริญเติบโตทางลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมันประกอบด้วยลักษณะ ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวกิ่ง และเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่ง (ภาพที่ 9-13) ทำการบันทึกการเจริญเติบโตในทุก ๆ เดือนตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 – กันยายน พ.ศ. 2563 (ไม่มีการบันทึกการเจริญเติบโตในช่วงเดือนกันยายน – พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 เนื่องจากยังมีการปลูกซ่อมพืชร่วมบางส่วน จึงไม่สามารถกำหนดพืชที่ให้ในการวัดการเจริญเติบโตได้)



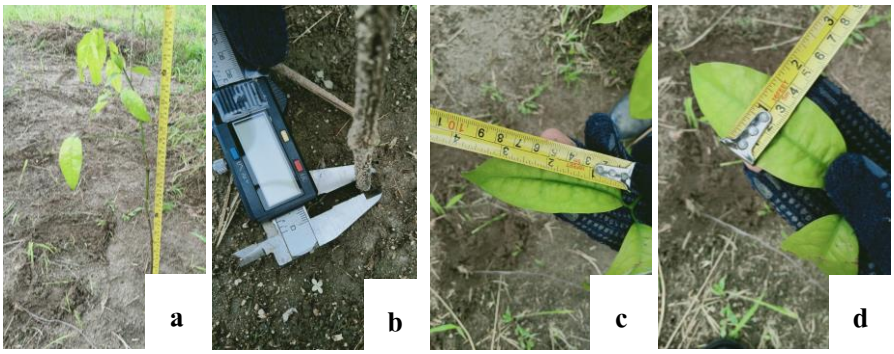
ภาพที่ 9 การวัดการเจริญเติบโตของมะม่วงหิมพานต์ การวัดความสูงต้น (a) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (b) ความยาวใบ (c) และความกว้างใบ (d)



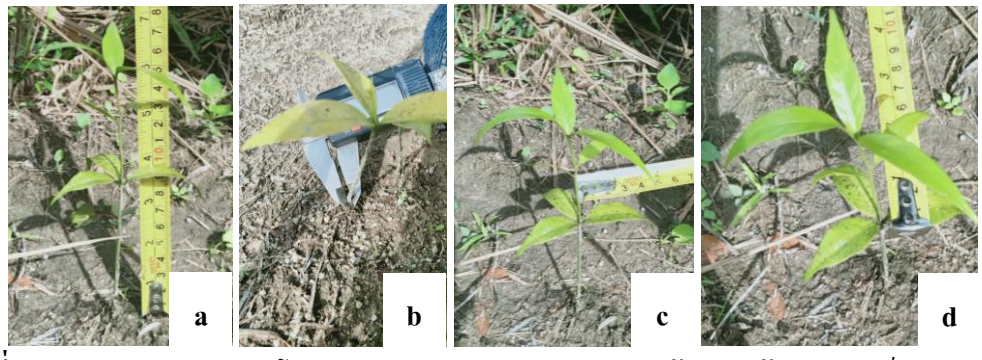
ภาพที่ 10 การวัดการเจริญเติบโตของผักหวานบ้าน การวัดความสูงต้น (a) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (b) ความยาวใบ (c) และความกว้างใบ (d)



ภาพที่ 11 การวัดการเจริญเติบโตของชะอม การวัดความสูงต้น (a) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (b) ความยาวใบ (c) และความกว้างใบ (d)



ภาพที่ 12 การวัดการเจริญเติบโตของผักเหมียง การวัดความสูงต้น (a) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (b) ความยาวใบ (c) และความกว้างใบ (d)



ภาพที่ 13 การวัดการเจริญเติบโตของผักหวานป่า การวัดความสูงต้น (a) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (b) ความยาวใบ (c) และความกว้างใบ (d)

2) การบันทึกการเจริญเติบโตของราก

คัดเลือกพืชร่วมจำนวน 1 ต้นจากพืชร่วมที่ไม่ได้ใช้ในการบันทึกข้อมูลจำนวน 4 ต้น เพื่อใช้ในการบันทึกการเจริญเติบโตของราก การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการบันทึกการเจริญเติบโตของราก ทำโดยขุดหลุมด้วยจอบลึกประมาณ 30 เซนติเมตร แต่งขอบหลุมด้วยเสียมจนกระทั่งขอบหลุมเรียบ และให้ขอบหลุมอยู่ห่างจากต้นพืชร่วมประมาณ 2-3 เซนติเมตร นำกล่องอะคริลิกลงไปในหลุม ใส่ลูกเหม็นลงไปในกล่องเพื่อป้องกันมด แมลงเข้าไปทำรัง ปิดฝากล่องเพื่อป้องกันน้ำเข้าในกล่อง คัดเอาเศษรากพืช เศษหิน ออกจากดิน แล้วค่อย ๆ นำดินกลบลงในหลุมอย่างระมัดระวัง ไม่ให้กล่องอะคริลิกเป็นรอยขีดข่วนเพราะอาจมีผลต่อการถ่ายภาพรากในภายหลัง ถากวัชพืชพร้อมกำจัดรากรอบ ๆ ต้นพืชออก จากนั้นปูด้วยแผ่นพลาสติกแล้วนำหินโรยทับเพื่อป้องกันการงอกของวัชพืชบริเวณพืชร่วม (ภาพที่ 14) ซึ่งอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการบันทึกการเจริญเติบโตของราก

ภาพที่ 14 การติดตั้งอุปกรณ์บันทึกราก การขุดหลุมด้วยจอบ (a) แต่งขอบหลุมด้วยเสียม (b) วัดความลึกหลุม (c) ใส่กล่องอะคริลิกลงในหลุม (d) ปิดฝากล่องอะคริลิกและกลบดินในหลุม (e) และปูแผ่นพลาสติกเพื่อป้องกันวัชพืช (f)

การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของรากทำโดยการใส่เครื่องสแกนเข้าไปในกล่องอะคริลิกที่ได้ติดตั้งไว้ จับเครื่องสแกนให้ชิดกับกล่องอะคริลิกในด้านที่มีการปลูกพืชร่วม จากนั้นสั่งให้เครื่องสแกนทำการบันทึกภาพผ่านทางคอมพิวเตอร์พกพา การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทำในทุก ๆ เดือนหลังจากติดตั้งอุปกรณ์สำหรับบันทึกราก คือ เดือนมกราคม – กันยายน พ.ศ. 2563 การวิเคราะห์น้ำหนักรากโดยการหาพื้นที่ผิวรากจากภาพสแกนราก (วิธีการหาพื้นที่ผิวรากแสดงในภาคผนวก) จากนั้นนำค่าพื้นที่ผิวที่ได้ไปคำนวณหาน้ำหนักรากโดยใช้สมการรีเกรสชันของความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวและน้ำหนักรากที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างรากในการศึกษาที่ 1

3) การบันทึกข้อมูลความชื้นดิน

การบันทึกข้อมูลความชื้นดินบันทึกเดือนละ 2 ครั้ง คือ ช่วงกลางเดือน (วันที่ 15-16) และช่วงปลายเดือน (วันที่ 28-30) ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2562 – กันยายน พ.ศ. 2563 ทำโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร จากแปลงปลูก 3 บริเวณ นำตัวอย่างดินไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักแห้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินโดย

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน} = \frac{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ} - \text{น้ำหนักดินหลังอบ}}{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ}} \text{ x } 100$$

4) ข้อมูลสภาพอากาศ (weather)

ข้อมูลสภาพอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา (คอหงส์) ประกอบด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย

5) ข้อมูลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินโดยใช้เครื่องเจาะดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร และ 31-60 เซนติเมตร ภายในแปลงปลูกจำนวน 9 บริเวณ (ภาพที่ 15) นำตัวอย่างดินมาผึ่งลมให้แห้ง ร่อนตัวอย่างดินด้วยตะแกรงเพื่อแยกหินและเศษขยะออก ส่งวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter: OM) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon: OC) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่

แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Mg) โดยทำการส่งวิเคราะห์ ณ ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

a b

ภาพที่ 15 การเก็บตัวอย่างดินโดยใช้เครื่องเจาะดิน (a) ดินที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง (b)

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ตาราง ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 หรือ 99 เปอร์เซ็นต์ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรม R เวอร์ชัน 3.4.4 ร่วมกับ Agricolae package (de Mendiburu, 2019)

2.2.3 การศึกษาที่ 3 ผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มไม้ยืนต้นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต

<u>แผนการทดลอง</u>

การศึกษาที่ 3 มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 8 ทรีตเมนต์ คือ

ทรีตเมนต์ที่ 1 (Palm) ปาล์มน้ำมันปลูกเชิงเดี่ยว
ทรีตเมนต์ที่ 2 (Palm-A) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับหลุมพอ
ทรีตเมนต์ที่ 3 (Palm-B) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับตะเคียนทอง
ทรีตเมนต์ที่ 4 (Palm-C) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับมะฮ็อกกานี
ทรีตเมนต์ที่ 5 (Palm-D) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับตำเสา
ทรีตเมนต์ที่ 6 (Palm-E) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับสะเดาช้าง
ทรีตเมนต์ที่ 7 (Palm-F) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับจำปาป่า
ทรีตเมนต์ที่ 8 (Palm-G) ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับบุนนาค

แต่ละทรีตเมนต์ประกอบด้วย 10 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ต้นปาล์มน้ำมัน 1 ต้นปลูกร่วมกับพืชร่วม 1 ต้น ข้อมูลทั่วไปของปาล์มน้ำมันและพืชร่วมแสดงในตารางที่ 1

<u>วิธีการศึกษา</u>

ทำการสุ่มเลือกต้นปาล์มน้ำมันที่ปลูกร่วมกับพืชชนิดต่าง ๆ ในแปลงของเกษตรกรใน ต. ลำสินธุ์ อ. ศรีนครินทร์ จ. พัทลุง (7°30'02.4"N 99°53'58.7"E) เพื่อทำการบันทึกข้อมูล โดยการปลูกพืชร่วมเป็นการปลูกภายในแถวของปาล์มน้ำมันในสัดส่วนปาล์มน้ำมัน 1 ต้นต่อพืชร่วม 1 ต้น การดูแลรักษาปาล์มน้ำมันและพืชร่วมทำโดยใส่ปุ๋ยเคมีทุก 3 เดือน และร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพทุก 6 เดือน มีการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันทุก 15 วัน และมีการตัดแต่งทางปาล์มน้ำมันพร้อมกับการเก็บเกี่ยว โดยมีการคงทางใบไว้ประมาณ 24-32 ทางใบ (เจ้าของแปลงเป็นผู้รับผิดชอบในการดูแลรักษาปาล์มน้ำมันและพืชร่วม)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของปาล์มน้ำมันและพืชร่วม

Thai names	Common names	Codes	Scientific names	Plant ages
ปาล์มน้ำมัน	Oil palm	Palm	*Elaeis guineensis* Jacq.	12 years
หลุมพอ	Borneo teak, Merbau	A	*Intsia palembanica* Miq.	10 years
ตะเคียนทอง	Iron wood	B	*Hopea odorata* Roxb.	10 years
มะฮ็อกกานี	Broad leaf mahogany	C	*Swietenia macrophylla* King.	10 years
ตำเสา	Ternstroemia	D	*Ternstroemia wallichiana* (Griff.) Engl.	10 years
เทียม	Indian walnut	E	*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs	10 years
จำปาป่า	Champak	F	*Magnolia champaca* L.	12 years
บุนนาค	Ceylon ironwood	G	*Mesua ferrea* L.	10 years

การบันทึกข้อมูล

1) ปาล์มน้ำมัน

การบันทึกการเจริญเติบโตประกอบด้วย เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ความสูง 1 เมตรจากพื้นดิน (บันทึกเพียงครั้งเดียว) ความสูงลำต้น จำนวนช่อดอกเพศผู้ จำนวนช่อดอกเพศเมีย (ทะลาย) อัตราส่วนเพศ (คำนวณจากจำนวนช่อดอกเพศเมียต่อจำนวนช่อดอกทั้งหมด) ทำการบันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 กุมภาพันธ์และมิถุนายน พ.ศ. 2563

2) พืชร่วมปาล์มน้ำมัน

การบันทึกการเจริญเติบโตประกอบด้วย ความสูงลำต้น และ เส้นรอบวงลำต้นที่ความสูง 1 เมตรจากพื้นดิน ทำการบันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 กุมภาพันธ์และมิถุนายน พ.ศ. 2563

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ตาราง ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 หรือ 99 เปอร์เซ็นต์ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรม R เวอร์ชัน 3.4.4 ร่วมกับ Agricolae package (de Mendiburu, 2019)

บทที่ 3
ผล

3.1 การศึกษาที่ 1 ผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมัน

3.1.1 การเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมัน

<u>การเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมัน</u>

ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบรูปสองแฉก จำนวนใบรูปขนนก ความยาวใบย่อย และความกว้างใบย่อยของกล้าปาล์มน้ำมันแสดงในตารางที่ 2-9 จากการศึกษาพบว่าลักษณะส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ในทุก ๆ เดือนของการเก็บข้อมูล ยกเว้นจำนวนใบรูปสองแฉกในเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 และจำนวนใบรูปขนนกในเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 ที่มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p < 0.05$ ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 – เมษายน พ.ศ. 2563 กล้าปาล์มน้ำมันมีความสูงในช่วง 4.33±0.17-4.67±0.17 6.50±0.29-7.00±0.58 8.00±0.29-9.00±0.00 10.50±0.29-10.83±0.60 12.00±1.00-14.67±0.33 และ 16.00±0.58-17.00±0.58 เซนติเมตร ตามลำดับ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นอยู่ในช่วง 1.47±0.09-1.57±0.09 1.53±0.15-1.70±0.10 2.00±0.06-2.20±0.06 2.77±0.19-2.97±0.15 3.43±0.07-3.97±0.19 และ 4.03±0.55-4.83±0.52 เซนติเมตร ตามลำดับ ความยาวใบอยู่ในช่วง 24.33±1.00-29.67±1.15 23.33±2.91-29.00±0.58 22.33±0.67-23.67±0.88 22.33±3.18-29.67±1.20 26.67±4.18-33.67±1.67 และ 38.00±6.66-45.33±3.84 เซนติเมตร ตามลำดับ ความกว้างใบอยู่ในช่วง 4.50±0.17-5.17±0.44 5.33±0.33-6.67±0.44 8.33±0.33-9.50±0.50 12.00±0.00-13.00±1.00 12.50±1.26-16.33±0.88 และ 15.00±2.52-18.33±2.33 เซนติเมตร ตามลำดับ จำนวนใบรูปสองแฉกอยู่ในช่วง 2.67±0.33-3.33±0.33 2.33±0.33-2.67±0.33 2.33±0.33-3.67±0.67 3.00±0.00-3.33±0.33 2.67±0.33-3.33±0.33 และ 2.67±0.33-3.33±0.33 ใบ ตามลำดับ กล้าปาล์มน้ำมันเริ่มปรากฏใบรูปขนนกในเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 โดยจำนวนใบขนนกในเดือนมกราคม – เมษายน มีจำนวนอยู่ในช่วง 1.00±0.00-2.00±0.58 2.67±0.88-4.00±0.58 4.33±0.33-5.33±0.67 และ 4.67±0.67-6.67±0.88 ใบ ตามลำดับ มีความยาวใบย่อยอยู่ในช่วง 15.00±0.58-17.33±0.33 16.67±0.33-18.33±0.88 19.17±2.80-21.33±1.45 และ 21.00±4.58-26.33±0.67 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความกว้างใบย่อยอยู่ในช่วง 1.03±0.03-

1.27±0.09 1.13±0.03-1.47±0.23 1.30±0.12-1.53±0.22 และ 1.63±0.26-1.97±0.29 เซนติเมตร ตามลำดับ ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 กล้าปาล์มน้ำมันใน T1 ให้จำนวนใบรูปสองแฉกสูงที่สุด คือ 3.67±0.67 ใบ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ T2 T3 T4 และ T6 ยกเว้น T5 ที่มีจำนวนใบรูปสองแฉกน้อยที่สุด คือ 2.33±0.33 ใบ ($p < 0.05$) ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 กล้าปาล์มน้ำมันใน T6 มีจำนวนใบรูปขนนกสูงที่สุด คือ 6.67±0.88 ใบ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ T1 T2 T3 และ T4 ยกเว้น T5 ที่มีจำนวนใบรูปขนนกน้อยที่สุด คือ 4.67±0.67 ใบ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 ความสูงลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Plant height (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T1	4.33±0.17	6.83±0.73	8.00±0.29	10.00±1.04	13.50±1.26	16.00±1.53
T2	4.33±0.17	6.50±0.29	8.83±0.33	10.50±0.29	13.33±1.20	16.00±0.58
T3	4.67±0.17	7.00±0.58	9.00±0.00	10.83±0.60	13.33±0.88	17.00±0.58
T4	4.50±0.29	7.00±0.00	8.83±0.17	10.83±0.17	12.00±1.00	16.00±1.00
T5	4.33±0.17	6.67±0.58	8.33±0.17	11.17±0.60	13.33±1.20	16.33±0.88
T6	4.33±0.17	6.67±0.44	8.50±0.29	11.00±0.00	14.67±0.33	16.67±0.67
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	8.00	11.66	4.75	9.13	13.35	9.89

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Plant diameter (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T1	1.53±0.09	1.63±0.09	2.13±0.07	2.83±0.17	3.97±0.19	4.83±0.52
T2	1.53±0.03	1.70±0.10	2.00±0.06	2.83±0.20	3.43±0.46	4.03±0.55
T3	1.47±0.09	1.53±0.15	2.20±0.06	2.97±0.15	3.43±0.07	4.43±0.35
T4	1.57±0.09	1.67±0.03	2.07±0.07	2.83±0.09	3.43±0.20	4.37±0.55
T5	1.53±0.06	1.63±0.13	2.13±0.07	2.77±0.19	3.60±0.32	4.83±0.50
T6	1.50±0.00	1.57±0.12	2.17±0.12	2.80±0.15	3.90±0.25	5.00±0.29
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	7.04	10.27	6.20	9.82	13.24	17.87

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 4 ความยาวใบของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Leaf length (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T1	26.00±1.53	26.33±2.40	22.33±0.67	24.33±2.19	27.00±10.15	40.67±6.06
T2	25.00±2.52	23.33±2.91	23.33±1.86	29.67±1.20	26.67±4.18	38.33±4.37
T3	29.67±1.15	29.00±0.58	23.67±0.88	29.00±2.65	33.33±1.30	43.00±3.51
T4	28.33±1.20	25.33±2.73	22.33±1.86	24.00±3.51	26.67±4.91	38.00±6.66
T5	24.33±1.00	24.67±0.67	21.00±0.58	29.33±2.40	31.33±3.71	39.67±3.76
T6	29.33±2.19	26.00±1.53	22.33±0.88	22.33±3.18	33.67±1.67	45.33±3.84
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	12.51	13.65	9.54	17.21	30.34	20.59

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 5 ความกว้างใบของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Leaf width (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T1	4.83±0.17	5.83±0.17	8.33±1.20	11.17±1.36	15.00±2.08	16.67±3.33
T2	5.17±0.44	6.67±0.44	9.50±0.50	12.00±0.00	13.83±2.24	16.33±2.85
T3	4.50±0.17	5.33±0.33	8.33±0.33	13.00±1.00	15.83±1.30	18.33±2.33
T4	5.00±0.29	5.83±0.44	9.00±0.58	12.00±0.58	12.50±1.26	15.00±2.52
T5	5.00±0.44	5.67±0.29	8.83±1.17	12.33±0.88	13.67±2.33	16.00±2.08
T6	5.00±0.58	5.67±0.17	9.50±0.29	11.67±0.88	16.33±0.88	17.33±0.67
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	11.24	10.49	15.01	12.81	21.14	25.46

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 6 จำนวนใบรูปสองแฉกของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Number of bifurcate leaves					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T1	3.33±0.33	2.33±0.33	3.67^{a}±0.67	3.33±0.33	3.00±0.58	3.00±0.58
T2	3.00±0.00	2.67±0.33	3.00^{ab}±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00
T3	3.00±0.00	2.33±0.33	2.67^{ab}±0.33	3.00±0.00	3.33±0.33	3.33±0.33
T4	3.00±0.00	2.67±0.33	2.67^{ab}±0.33	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00
T5	3.00±0.00	2.67±0.33	2.33^{b}±0.33	3.00±0.00	2.67±0.33	2.67±0.33
T6	2.67±0.33	2.67±0.33	2.67^{ab}±0.33	3.00±0.58	2.67±0.33	2.67±0.33
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns
CV	11.11	22.59	23.53	15.42	19.61	19.61

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, * Significantly different at $p < 0.05$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 7 จำนวนใบรูปขนนกของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Number of pinnate leaves					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T1	na	na	1.00±0.00	2.67±0.88	5.33±0.67	6.33^{ab}±0.67
T2	na	na	1.33±0.33	3.67±0.33	4.33±0.33	5.00^{ab}±0.00
T3	na	na	2.00±0.00	3.33±0.33	5.07±0.33	5.33^{ab}±0.33
T4	na	na	1.67±0.33	3.33±0.33	4.33±0.33	5.33^{ab}±0.33
T5	na	na	2.00±0.58	4.00±0.58	4.33±0.88	4.67^{b}±0.67
T6	na	na	1.33±0.33	3.00±0.58	5.33±0.67	6.67^{a}±0.88
F-test			ns	ns	ns	*
CV			37.11	28.28	20.45	17.49

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, * Significantly different at $p < 0.05$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 8 ความยาวใบย่อยของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Leaflet length (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T1	na	na	15.67±0.33	17.00±1.53	19.00±2.08	19.67±2.19
T2	na	na	17.33±0.33	18.00±1.15	20.33±1.20	22.00±1.15
T3	na	na	16.67±0.33	18.00±1.53	21.33±1.45	26.33±0.67
T4	na	na	15.67±1.20	16.67±0.33	19.17±2.80	21.00±4.58
T5	na	na	15.00±1.15	18.33±0.88	19.67±1.20	23.00±1.00
T6	na	na	15.00±0.58	17.00±0.58	19.67±2.19	24.33±2.85
F-test			**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
CV			**8.26**	**10.86**	**15.91**	**18.84**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 9 ความกว้างใบย่อยของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Leaflet width (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T1	na	na	1.07±0.07	1.27±0.13	1.37±0.07	1.63±0.26
T2	na	na	1.27±0.09	1.33±0.12	1.53±0.22	1.97±0.29
T3	na	na	1.10±0.06	1.47±0.23	1.43±0.12	1.93±0.22
T4	na	na	1.10±0.06	1.30±0.06	1.40±0.21	1.70±0.15
T5	na	na	1.03±0.03	1.23±0.09	1.30±0.12	1.87±0.20
T6	na	na	1.20±0.10	1.13±0.03	1.50±0.06	1.90±0.06
F-test			**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
CV			**10.85**	**17.25**	**17.69**	**19.96**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

มวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมัน

ลักษณะกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกร่วมกับพืชชนิดต่าง ๆ แสดงในภาพที่ 16 มวลชีวภาพของต้นกล้าปาล์มน้ำมันประกอบด้วยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ส่วนเหนือดิน รากที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร รากที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร รากที่ระดับความลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร รากทั้งหมด อัตราส่วนลำต้นต่อราก และความยาวรากของกล้าปาล์มน้ำมันแสดงในตารางที่ 10-18 จากการศึกษาพบว่ามวลชีวภาพของส่วนลำต้น ใบ และส่วนเหนือดิน ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 กุมภาพันธ์ และเมษายน พ.ศ. 2563

ใน 3 เดือนนี้ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักสดของลำต้นอยู่ในช่วง 5.80±0.47-7.00±0.47 20.95±7.51-32.00±5.53 และ 57.78±9.78-116.94±36.53 กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 1.53±0.26-1.97±0.28 4.94±0.82-7.27±1.67 และ 18.49±1.93-39.56±13.33 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักสดใบของกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 3 เดือนมีค่าอยู่ในช่วง 8.83±1.86-10.40±0.85 27.99±7.88-41.82±7.03 และ 67.75±16.23-106.44±28.70 กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 2.47±0.38-2.83±0.24 8.13±2.05-11.53±1.96 และ 20.96±4.65-32.41±9.33 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินของกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 3 เดือนมีค่าอยู่ในช่วง 15.00±0.74-17.40±1.31 55.60±8.10-73.83±12.54 และ 125.54±25.98-228.82±31.52 กรัม ตามลำดับ

ในเดือนธันวาคม พ.ศ 2562 น้ำหนักสดของรากที่ระดับความลึกที่ระดับ 0-25 และ 25-50 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p < 0.05$ โดยกล้าปาล์มน้ำมัน T1 มีน้ำหนักสดรากที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตรมากที่สุด คือ 16.30±0.91 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกล้าปาล์มน้ำมันใน T3 (14.17±1.48 กรัม) T4 (9.73±2.21 กรัม) และ T5 (10.03±4.09 กรัม) กล้าปาล์มน้ำมันใน T6 มีน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 8.93±1.54 กรัม กล้าปาล์มน้ำมันใน T2 มีน้ำหนักสดของรากที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร มากที่สุด คือ 2.07±0.84 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกล้าปาล์มน้ำมันใน T1 (1.17±0.44 กรัม) T3 (0.87±0.09 กรัม) และ T5 (0.70±0.33 กรัม) ในเดือนกุมภาพันธ์และเมษายน พ.ศ. 2563 น้ำหนักสดของรากที่ระดับความลึก 0-25 และ 25-50 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยกล้าปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักสดของรากที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร อยู่ในช่วง 55.60±8.10-73.83±12.54 และ 35.47±7.22-69.34±18.43 กรัม ตามลำดับ และรากที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร อยู่ในช่วง 5.62±2.31-12.87±2.34 และ 9.59±2.45-30.19±11.29 กรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามน้ำหนักแห้งของรากกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 2 ระดับความลึกนี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล โดยน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 2.13±0.30-3.07±0.12 4.38±0.47-7.80±1.92

และ 7.51±1.34-13.36±3.10 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 0.02±0.01-0.27±0.17 0.90±0.42-1.95±0.25 และ 1.92±0.53-4.35±1.54 กรัม ตามลำดับ กล้าปาล์มน้ำมันสามารถถูกบันทึกน้ำหนักรากที่ระดับความลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร ได้ในเดือนกุมภาพันธ์และเมษายน พ.ศ. 2563 โดยน้ำหนักสดของรากที่ระดับความลึกนี้มีค่าอยู่ในช่วง 1.07±0.07-2.52±1.39 และ 2.68±1.28-8.03±3.86 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.15±0.15-0.38±0.22 และ 0.56±0.30-1.17±0.57 กรัม ตามลำดับ

ใน 2 เดือนแรกของการบันทึกข้อมูล น้ำหนักสดของรากทั้งหมดของกล้าปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 กล้าปาล์มน้ำมันใน T1 มีน้ำหนักสดของรากทั้งหมดสูงที่สุด คือ 17.47±1.35 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกล้าปาล์มน้ำมันใน T2 (11.30±1.15 กรัม) T3 (15.03±1.52 กรัม) T4 (10.17±2.50 กรัม) และ T5 (10.70±4.37 กรัม) ส่วนกล้าปาล์มน้ำมันใน T6 มีน้ำหนักสดของรากทั้งหมดน้อยที่สุด คือ 9.17±1.62 กรัม ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 กล้าปาล์มน้ำมันใน T3 มีน้ำหนักสดของรากทั้งหมดสูงที่สุด คือ 50.87±8.56 กรัม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกล้าปาล์มน้ำมันใน T2 (36.00±5.16 กรัม) T4 (35.96±3.04 กรัม) T5 (32.24±14.91 กรัม) และ T6 (33.85±1.40 กรัม) กล้าปาล์มน้ำมันใน T1 มีน้ำหนักสดของรากทั้งหมดน้อยที่สุดคือ 23.88±4.16 กรัม ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 น้ำหนักสดของรากทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 57.36±17.40-96.01±27.85 กรัม ส่วนน้ำหนักแห้งของรากทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล กล้าปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักแห้งของรากทั้งหมดของทั้ง 3 เดือนอยู่ในช่วง 2.15±0.29-3.20±0.15 5.65±1.02-10.03±2.08 และ 11.43±3.46-17.56±4.64 กรัม ตามลำดับ

อัตราส่วนลำต้นต่อรากของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกล้าปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล โดยอัตราส่วนลำต้นต่อรากของน้ำหนักสดของทั้ง 3 เดือนมีค่าอยู่ในช่วง 0.89±0.06-1.75±0.43 1.45±0.09-2.38±0.68 และ 2.31±0.18-2.96±0.51 ตามลำดับ และอัตราส่วนลำต้นต่อรากของน้ำหนักแห้งมีค่าอยู่ในช่วง 1.44±0.13-2.11±0.17 2.01±0.17-3.10±0.76 และ 3.68±0.60-4.90±0.94 ตามลำดับ

ความยาวรากของกล้าปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติใน 2 เดือนแรกของการบันทึกข้อมูล โดยมีรากของกล้าปาล์มน้ำมันมีความความยาวอยู่ในช่วง 42.00±1.15-56.67±7.06 และ 53.00±7.94-68.33±13.28 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 รากของกล้าปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างทางสถิติที่ $p < 0.05$ โดยกล้าปาล์มน้ำมันใน T3 มีความยาวมากที่สุด คือ 79.00±2.31 เซนติเมตร ส่วนกล้าปาล์มน้ำมันใน T1 มีความยาวรากน้อยที่สุด คือ 57.67±5.04 เซนติเมตร

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Dec 2019						
Feb 2020						
Apr 2020						

ภาพที่ 16 ลักษณะกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกร่วมกับพืชชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 10 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลำต้นของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh stem weight (g)			Dry stem weight (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T1	6.37±0.81	20.95±7.51	116.94±36.53	1.97±0.28	5.03±1.64	39.56±13.33
T2	6.17±1.11	22.46±3.60	67.48±22.85	1.53±0.26	4.94±0.82	23.44±8.35
T3	7.00±0.47	32.00±5.53	80.68±10.60	1.87±0.12	7.27±1.67	25.22±3.08
T4	6.17±1.09	25.92±2.10	57.78±9.78	1.83±0.43	6.00±0.46	18.49±1.93
T5	6.20±1.47	24.91±6.91	85.84±29.95	1.83±0.52	5.91±1.47	24.88±9.99
T6	5.80±0.47	25.94±5.49	116.22±22.77	1.77±0.20	6.60±1.44	36.25±11.35
F-test	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
CV	**26.87**	**37.63**	**47.64**	**31.91**	**38.63**	**55.91**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 11 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh leaf weight (g)			Dry leaf weight (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T1	9.03±0.30	27.99±7.88	106.44±28.70	2.63±0.18	8.13±2.05	32.41±9.33
T2	9.37±1.10	33.14±4.63	77.40±25.23	2.47±0.38	9.16±1.20	23.62±7.50
T3	10.40±0.85	41.82±7.03	94.27±17.49	2.83±0.24	11.53±1.96	29.17±5.17
T4	9.00±1.36	35.72±4.95	67.75±16.23	2.60±0.44	10.31±1.29	20.96±4.65
T5	8.83±1.86	33.74±8.16	90.88±31.32	2.67±0.54	9.88±2.21	26.49±9.04
T6	9.20±0.26	30.21±4.43	112.60±8.79	2.67±0.03	8.94±1.33	32.64±3.49
F-test	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
CV	**20.63**	**32.68**	**42.91**	**32.51**	**30.90**	**43.37**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 12 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh shoot weight (g)			Dry shoot weight (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T1	15.40±0.98	48.94±15.36	223.39±64.99	4.60±0.46	13.16±3.69	71.97±22.63
T2	15.53±2.20	55.60±8.10	144.89±48.02	4.00±0.64	14.10±1.97	47.06±15.83
T3	17.40±1.31	73.83±12.54	174.95±27.69	4.70±0.35	18.79±3.63	54.39±8.03
T4	15.17±2.43	61.64±6.72	125.54±25.98	4.43±0.86	16.32±1.71	39.45±6.53
T5	15.03±3.32	58.65±15.01	176.73±61.27	4.50±1.02	15.79±3.66	51.37±19.03
T6	15.00±0.74	56.15±9.90	228.82±31.52	4.43±0.23	15.54±2.77	68.89±14.78
F-test	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
CV	**22.69**	**34.39**	**44.53**	**25.5**	**33.47**	**48.50**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 13 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 0-25 ซม ของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh root weight at 0-25 cm (g)			Dry root weight at 0-25 cm (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T1	16.30^{a}±0.91	48.94±15.36	69.34±18.43	3.07±0.12	4.60±0.48	13.36±3.10
T2	9.23^{b}±1.28	55.60±8.10	41.50±11.41	2.33±0.38	5.07±0.77	8.41±2.04
T3	14.17^{ab}±1.48	73.83±12.54	45.07±7.29	2.87±0.27	7.80±1.92	9.89±1.83
T4	9.73^{ab}±2.21	61.64±6.72	45.09±15.63	2.30±0.47	5.68±0.43	8.94±2.90
T5	10.03^{ab}±4.09	58.65±15.01	35.47±7.22	2.73±0.87	4.38±1.64	7.51±1.34
T6	8.93^{b}±1.54	56.15±9.90	49.46±5.91	2.13±0.30	4.38±0.47	10.00±0.74
F-test	*	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
CV	**33.20**	**34.39**	**43.36**	**31.58**	**36.62**	**38.53**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, * Significantly different at $p < 0.05$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 14 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 25-50 ซม ของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh root weight at 25-50 cm (g)			Dry root weight at 25-50 cm (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T1	1.17^{ab}±0.44	5.62±2.31	20.53±7.74	0.13±0.03	0.90±0.42	3.21±1.19
T2	2.07^{a}±0.84	10.46±1.82	13.68±6.92	0.27±0.17	1.77±0.36	2.77±1.18
T3	0.87^{ab}±0.09	12.87±2.34	14.94±3.51	0.06±0.02	1.95±0.25	3.09±0.69
T4	0.60^{b}±0.33	8.88±0.60	9.59±2.45	0.08±0.06	1.22±0.08	1.92±0.53
T5	0.70^{ab}±0.33	10.73±6.51	30.19±11.29	0.10±0.06	1.74±1.06	4.35±1.54
T6	0.30^{b}±0.20	10.27±3.04	24.31±5.29	0.02±0.02	1.61±0.57	3.41±0.83
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV	78.42	58.64	62.85	112.77	62.55	58.31

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, * Significantly different at $p < 0.05$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 15 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึกมากกว่า 50 ซม ของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh root weight at >50 cm (g)			Dry root weight at >50 cm (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T1	na	1.07±1.07	6.13±3.64	na	0.15±0.15	0.99±0.58
T2	na	1.67±0.93	4.92±2.00	na	0.19±0.12	1.17±0.57
T3	na	2.52±0.69	4.94±0.70	na	0.27±0.09	1.15±0.02
T4	na	1.89±0.75	2.68±1.28	na	0.21±0.10	0.56±0.30
T5	na	2.31±1.55	8.03±3.86	na	0.26±0.19	0.94±0.47
T6	na	2.52±1.39	5.64±3.42	na	0.38±0.22	0.77±0.52
F-test		ns	ns		ns	ns
CV		99.56	74.05		107.73	73.04

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 16 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งหมดของรากของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh total root weight (g)			Dry total root weight (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T1	17.47^{a}±1.35	23.88^{b}±4.16	96.01±27.85	3.20±0.15	5.65±1.02	17.56±4.64
T2	11.30^{ab}±1.15	36.00^{ab}±5.16	60.10±18.27	2.60±0.45	7.04±0.79	12.35±3.64
T3	15.03^{ab}±1.52	50.87^{a}±8.56	64.95±11.33	2.92±0.29	10.03±2.08	14.13±2.50
T4	10.17^{ab}±2.50	35.96^{ab}±3.04	57.36±17.40	2.38±0.53	7.11±0.60	11.43±3.46
T5	10.70^{ab}±4.37	32.24^{ab}±14.91	73.69±21.51	2.83±0.90	6.38±2.86	12.80±3.33
T6	9.17^{b}±1.62	33.85^{ab}±1.40	79.41±8.19	2.15±0.29	6.36±0.66	14.18±1.36
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns
CV	**33.24**	**37.33**	**44.76**	**32.13**	**38.54**	**41.77**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, * Significantly different at $p < 0.05$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 17 อัตราส่วนลำต้นต่อรากของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Shoot-root ratio of fresh weight			Shoot-root ratio of dry weight		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T1	0.89±0.06	1.95±0.29	2.31±0.22	1.44±0.13	2.24±0.25	3.96±0.60
T2	1.42±0.27	1.57±0.18	2.35±0.15	1.65±0.40	2.01±0.17	3.68±0.60
T3	1.16±0.04	1.45±0.09	2.73±0.29	1.61±0.04	1.89±0.16	3.90±0.15
T4	1.58±0.25	1.71±0.09	2.35±0.27	1.95±0.39	2.29±0.13	3.81±0.60
T5	1.75±0.43	2.38±0.68	2.31±0.18	1.73±0.23	3.10±0.76	3.77±0.61
T6	1.75±0.30	1.64±0.22	2.96±0.51	2.11±0.17	2.41±0.19	4.90±0.94
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	**32.14**	**31.94**	**20.33**	**25.99**	**26.33**	**27.15**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, * Significantly different at $p < 0.05$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 18 ความยาวรากของกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Root length (cm)		
	Dec 2019	**Feb 2020**	**Apr 2020**
T1	45.00±1.15	53.00±7.94	57.67^{d}±5.04
T2	56.67±7.06	61.00±6.24	71.00^{b}±7.81
T3	46.00±2.65	62.00±1.15	79.00^{a}±2.31
T4	45.00±4.93	62.67±4.18	65.67^{bc}±6.17
T5	42.00±1.15	60.67±3.33	69.00^{b}±1.73
T6	45.67±0.33	68.33±13.28	62.00^{cd}±5.86
F-test	**ns**	**ns**	*****
CV	**14.87**	**20.26**	**13.56**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, * Significantly different at $p < 0.05$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

3.1.2 การเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

<u>การเจริญเติบโตของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน</u>

ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวกิ่ง เส้นผ่านศูนย์กลางกิ่ง ความกว้างใบ และความยาวใบของพืชร่วมปาล์มน้ำมันแสดงในตารางที่ 19-24 จากการศึกษาพบว่าพืชร่วมปาล์มน้ำมันมีความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างใบและความยาวใบแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.01$ ทั้ง 6 เดือนของการบันทึกข้อมูล คือตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 – เมษายน พ.ศ. 2563 ใน 4 เดือนแรกของการบันทึกข้อมูลพบว่าชะอมมีความสูงลำต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด โดยมีความสูงลำต้นเท่ากับ 53.67±5.24 56.00±5.03 56.33±3.67 และ 61.33±4.70 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 1.03±0.07 1.10±0.03 1.18±0.09 และ 1.23±0.15 เซนติเมตร ตามลำดับ ใน 2 เดือนสุดท้ายของการบันทึกข้อมูลผักหวานบ้านมีความสูงลำต้นมากที่สุด คือ 110.67±10.53 และ 142.33±11.41 เซนติเมตร ตามลำดับ และมะม่วงหิมพานต์มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด คือ 1.97±0.23 และ 2.43±0.27 เซนติเมตร ตามลำดับ ผักหวานป่ามีความสูงลำต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุดทั้ง 6 เดือนของการบันทึกข้อมูล โดยมีความสูงเท่ากับ 9.00±1.53 9.00±1.53 10.33±1.33 12.33±0.33 14.17±0.44 และ 17.00±0.58 เซนติเมตร ตามลำดับ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 0.30±0.03 0.30±0.06 0.40±0.00 0.50 ±0.00 0.53±0.03 และ 0.53±0.03 เซนติเมตร ตามลำดับ

มะม่วงหิมพานต์สามารถพบกิ่งได้ครั้งแรกในเดือนมกราคม และผักหวานบ้านไม่พบกิ่งตลอดการศึกษา ใน 2 เดือนแรกของการบันทึกข้อมูล ความยาวกิ่งของพืชร่วมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนใน 4 เดือนหลัง ความยาวกิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$ และ $p < 0.09$ โดยผักผักเหมียงมีความยาวกิ่งมากที่สุดในเดือนมกราคม (26.00±6.12 เซนติเมตร) ส่วนหวานบ้านมีความยาวกิ่งมากที่สุดตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน คือ 36.67±4.81 75.67±12.41 และ 108.00±8.72 เซนติเมตร ตามลำดับ ตั้งแต่เดือนมกราคม – เมษายน มะม่วงหิมพานต์มีความยาวกิ่งน้อยที่สุด คือ 6.50±3.50 19.67±6.69 37.00±12.29 และ 44.33±18.35 เซนติเมตร ตามลำดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 6 เดือนของการบันทึกข้อมูล โดยในเดือนมกราคมกิ่งมีขนาดอยู่ในช่วง 0.37±0.03-0.37±0.10 เซนติเมตร และเพิ่มขึ้นจนมีขนาดอยู่ในช่วง 0.57±0.03-1.03±0.29 เซนติเมตร ในเดือนเมษายน

ทั้ง 6 เดือนของการบันทึกข้อมูล ความกว้างใบและความยาวใบของพืชร่วมมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.01$ ชะอมมีขนาดความกว้างใบและความยาวใบมากที่สุด โดยมีขนาดความกว้างใบอยู่ในช่วง 12.33±0.33-14.00±1.00 เซนติเมตร และมีความยาวอยู่ในช่วง 22.67±0.75-27.00±2.52 เซนติเมตร ส่วนผักหวานบ้านมีขนาดความกว้างใบและความยาวใบน้อยที่สุด โดยมีความกว้างใบอยู่ในช่วง 1.17±0.17-2.00±0.00 เซนติเมตร และความยาวใบอยู่ในช่วง 4.17±0.17-6.00±0.50 เซนติเมตร

ตารางที่ 19 ความสูงลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Plant height (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T2	26.33^{bc}±3.84	30.67^{b}±4.41	39.67^{a}±6.96	51.00^{a}±8.62	94.00^{ab}±10.15	109.33^{b}±10.35
T3	31.00^{b}±3.21	39.67^{ab}±1.76	46.67^{a}±8.01	61.00^{a}±12.50	110.67^{a}±10.53	142.33^{a}±11.41
T4	53.67^{a}±5.24	56.00^{a}±5.03	56.33^{a}±3.67	61.33^{a}±4.70	73.33^{b}±0.33	82.00^{bc}±2.89
T5	41.67^{ab}±3.84	49.33^{ab}±6.50	54.00^{a}±5.31	54.33^{a}±6.94	70.00^{b}±1.15	72.33^{c}±1.20
T6	9.00^{c}±1.53	9.00^{c}±1.53	10.33^{b}±1.33	12.33^{b}±0.33	14.17^{c}±0.44	17.00^{d}±0.58
F-test	**	**	**	**	**	**
CV	19.99	18.64	22.77	27.24	15.69	14.39

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 20 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Stem diameter (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T2	0.70^{bc}±0.15	0.70^{b}±0.10	0.90^{a}±0.15	1.13^{a}±0.20	1.97^{a}±0.23	2.43^{a}±0.27
T3	0.90^{ab}±0.12	0.93^{ab}±0.09	1.17^{a}±0.03	1.20^{a}±0.00	1.47^{ab}±0.09	1.87^{ab}±0.19
T4	1.03^{a}±0.07	1.10^{a}±0.03	1.18^{a}±0.09	1.23^{a}±0.15	1.63^{ab}±0.09	1.93^{ab}±0.07
T5	0.90^{ab}±0.10	0.98^{ab}±0.00	1.03^{a}±0.00	1.03^{ab}±0.04	1.33^{b}±0.09	1.53^{b}±0.07
T6	0.30^{c}±0.03	0.30^{c}±0.06	0.40^{b}±0.00	0.50^{b}±0.00	0.53^{c}±0.03	0.53^{c}±0.03
F-test	**	**	**	**	**	**
CV	19.73	16.20	16.36	21.03	15.69	16.09

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 21 ความยาวกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Branch length (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T2	na	na	6.50^{b}±3.50	19.67^{b}±6.69	37.00^{b}±12.29	44.33^{b}±18.35
T3	19.33±2.80	22.67±2.85	24.00^{a}±6.03	36.67^{a}±4.81	75.67^{a}±12.41	108.00^{a}±8.72
T4	20.33±4.35	23.67±4.41	20.67^{ab}±3.38	31.67^{ab}±2.85	42.67^{b}±1.45	50.67^{b}±2.73
T5	16.00±1.45	20.17±1.50	26.00^{a}±6.12	33.00^{ab}±4.49	29.67^{b}±0.88	33.00^{b}±0.58
T6	na	na	na	na	na	na
F-test	**ns**	**ns**	*	*	*	**
CV	**39.07**	**31.92**	**38.31**	**26.60**	**32.86**	**30.10**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 22 เส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Branch diameter (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T2	na	na	0.45±0.05	0.63±0.09	0.87±0.22	1.03±0.29
T3	0.37±0.03	0.43±0.03	0.47±0.00	0.57±0.03	0.63±0.09	0.93±0.03
T4	0.37±0.10	0.47±0.09	0.49±0.03	0.60±0.10	0.63±0.09	0.93±0.07
T5	0.37±0.09	0.40±0.10	0.45±0.12	0.50±0.04	0.53±0.06	0.57±0.03
T6	na	na	na	na	na	na
F-test	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
CV	**31.49**	**25.47**	**22.49**	**20.70**	**33.96**	**30.16**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 23 ความกว้างใบของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Leaf width (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T2	4.17^{b}±0.29	4.50^{b}±0.29	5.00^{b}±0.58	7.00^{b}±0.58	8.83^{b}±0.44	8.67^{b}±0.33
T3	2.00^{cd}±0.18	2.17^{cd}±0.17	4.00^{b}±0.58	3.00^{c}±0.00	3.00^{c}±0.00	3.17^{cd}±0.17
T4	12.67^{a}±0.89	12.67^{a}±0.88	12.33^{a}±0.33	13.33^{a}±0.88	12.33^{a}±0.88	14.00^{a}±1.00
T5	4.17^{b}±0.98	4.33^{bc}±1.00	3.33^{b}±0.41	3.00^{c}±0.20	3.17^{c}±0.17	4.33^{c}±0.33
T6	1.50^{d}±0.35	1.50^{d}±0.29	1.17^{c}±0.17	1.50^{c}±0.00	1.67^{c}±0.33	2.00^{d}±0.00
F-test	**	**	**	**	**	**
CV	17.07	17.77	14.35	15.21	14.07	13.46

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 24 ความยาวใบของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

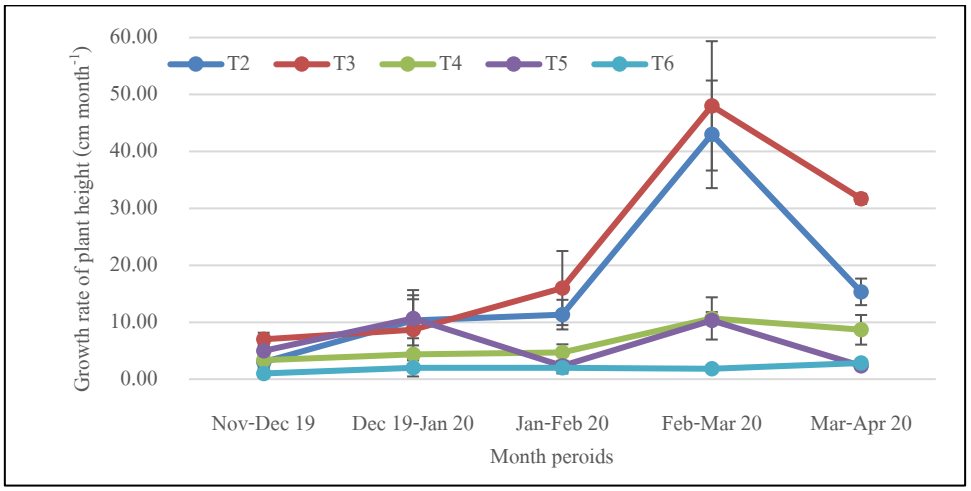
Treatments	Leaf length (cm)					
	Nov 2019	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020
T2	12.33^{b}±0.50	14.00^{b}±0.58	15.00^{b}±1.53	21.33^{a}±0.88	20.33^{b}±1.20	22.33^{b}±1.20
T3	4.67^{d}±0.45	4.83^{d}±0.44	6.50^{c}±0.29	6.17^{b}±0.60	6.50^{cd}±0.29	7.00^{cd}±0.00
T4	22.67^{a}±0.75	22.67^{a}±0.88	24.67^{a}±2.33	27.00^{a}±2.52	24.67^{a}±1.20	26.67^{a}±1.45
T5	8.83^{c}±0.30	9.50^{c}±0.25	8.00^{c}±0.82	7.67^{b}±0.82	8.17^{c}±0.44	10.33^{c}±0.33
T6	5.87^{d}±0.52	6.00^{d}±0.50	4.50^{c}±0.50	4.33^{b}±0.67	4.17^{d}±0.17	5.33^{d}±0.33
F-test	**	**	**	**	**	**
CV	8.95	9.94	20.28	16.84	10.84	10.50

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

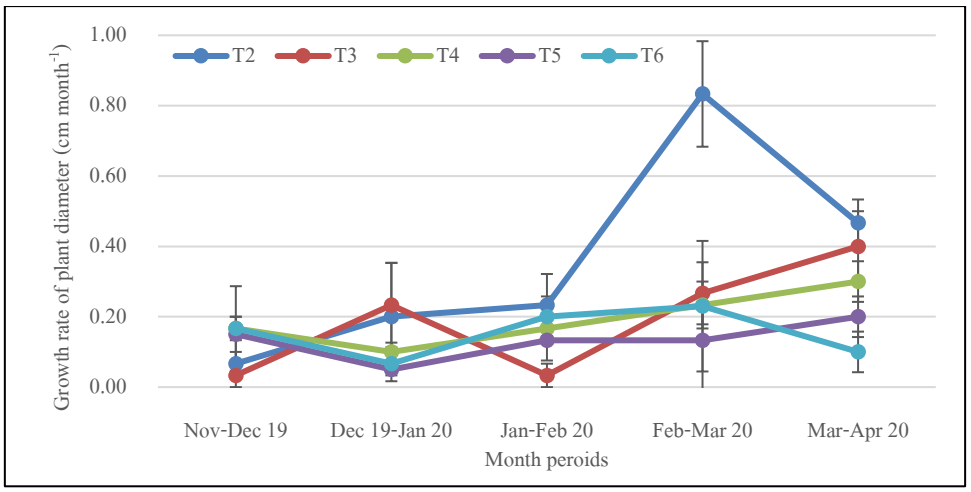
อัตราการเจริญเติบโตของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

อัตราการเจริญเติบโตของความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวกิ่ง และเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งแสดงในภาพที่ 17-20 จากการศึกษาพบว่าพืชร่วมปาล์มน้ำมันมีอัตราการเจริญเติบโตมากที่สุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม พ.ศ. 2563 ผักหวานบ้านและมะม่วงหิมพานต์มีอัตราการเจริญเติบโตของความสูงมากที่สุด โดยในทั้ง 5 ช่วงเดือนของการบันทึกข้อมูล คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 – มกราคม พ.ศ. 2563 มกราคม – กุมภาพันธ์ กุมภาพันธ์ – มีนาคม และ มีนาคม – เมษายน พ.ศ. 2563 ผักหวานบ้านมีอัตราการเจริญเติบโตของความสูงเท่ากับ 7.00±1.15 8.67±5.36 16.00±6.51 48.00±11.36 และ 31.67±0.88 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ และมะม่วงหิมพานต์มีอัตราการเจริญเติบโตของความสูงเท่ากับ 3.00±1.00 10.33±4.41 11.33±2.60 43.00±9.45 และ 15.33±2.33 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ มะม่วงหิมพานต์มีอัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด คือ 0.07±0.03 0.20±0.15 0.23±0.09 0.83±0.15 และ 0.47±0.07 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ

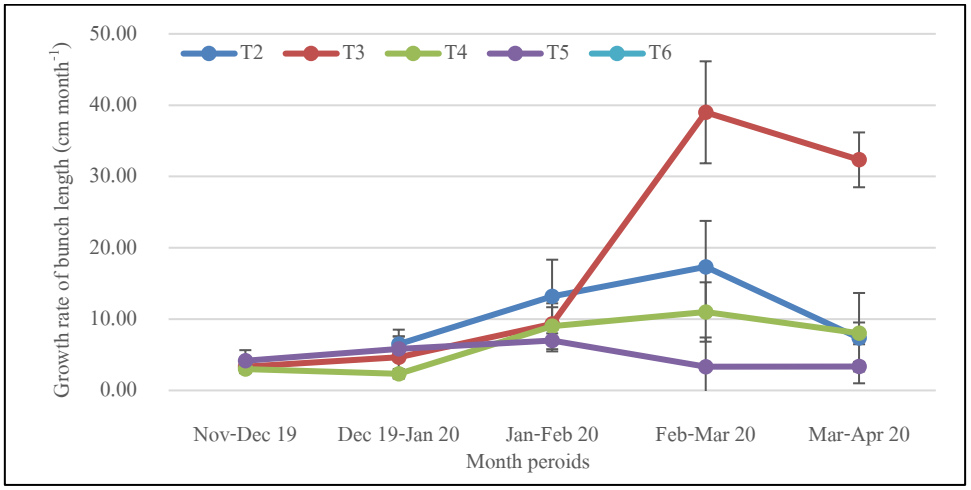
ผักหวานบ้านมีอัตราการเจริญเติบโตของความยาวกิ่งสูงที่สุด คือ 3.33±0.88 4.67±2.91 9.33±2.33 39.00±7.15 และ 32.33±3.84 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ ส่วนมะม่วงหิมพานต์ ผักหวานบ้าน และชะอมมีอัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งมากที่สุด มะม่วงหิมพานต์มีอัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งเท่ากับ 0.00±0.00 0.45±0.03 0.18±0.06 0.23±0.08 และ 0.17±0.05 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ ผักหวานบ้านมีอัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งเท่ากับ 0.10±0.00 0.00±0.00 0.13±0.03 0.07±0.02 และ 0.30±0.06 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ และชะอมมีอัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งเท่ากับ 0.10±0.00 0.07±0.03 0.17±0.07 0.03±0.08 และ 0.30±0.06 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ



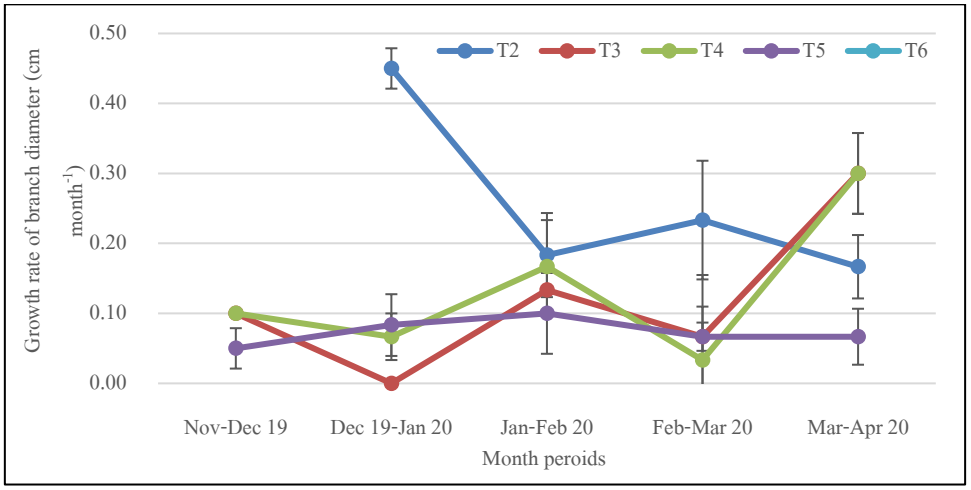
ภาพที่ 17 อัตราการเจริญเติบโตของความสูงต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 18 อัตราการเจริญเติบโตของความเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 19 อัตราการเจริญเติบโตของความยาวกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 20 อัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

มวลชีวภาพของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

ลักษณะของพืชร่วมของกล้าปาล์มน้ำมันแสดงในภาพที่ 21 มวลชีวภาพของพืชร่วมปาล์มน้ำมันประกอบด้วยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง ใบ ส่วนเหนือดิน รากที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร รากที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร รากที่ระดับความลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร รากทั้งหมด อัตราส่วนลำต้นต่อราก และความยาวรากของกล้าปาล์มน้ำมันแสดงในตารางที่ 25-34 จากการศึกษาพบว่ามวลชีวภาพของลำต้น ใบ และส่วนเหนือดินในในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 เดือนกุมภาพันธ์ และ เมษายน พ.ศ. 2563 และมวลชีวภาพของกิ่งในเดือนเมษายน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$ หรือ $p < 0.01$ ใน 2 เดือนแรกของการบันทึกข้อมูล ชะอมมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นมากที่สุด โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 37.87±1.23 และ 41.44±7.21 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งเท่ากับ 18.46±0.38 และ 19.14±4.02 กรัม ตามลำดับ ในเดือนที่ 3 มะม่วงหิมพานต์มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด คือ 243.88±80.44 และ 94.82±34.79 กรัม ตามลำดับ ส่วนผักหวานป่ามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นน้อยที่สุดในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 0.39±0.01 0.57±0.01 และ 0.59±0.01 กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.11±0.01 0.18±0.01 และ 0.19±0.01 กรัม ตามลำดับ

มะม่วงหิมพานต์สามารถบันทึกน้ำหนักกิ่งครั้งแรกในเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนผักหวานบ้านไม่มีกิ่งตลอดการบันทึกข้อมูล ใน 2 เดือนแรกของการบันทึกข้อมูล น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในเดือนที่ 3 ของการบันทึกข้อมูล น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกิ่งมีความแตกต่างกันที่ $p < 0.05$ โดยมะม่วงหิมพานต์มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกิ่งสูงที่สุด คือ 75.04±35.03 และ 24.05±11.69 กรัม ตามลำดับ ส่วนผักเหมียงมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกิ่งน้อยที่สุด คือ 7.09±0.91 และ 1.87±0.09 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P < 0.05$ หรือ $P < 0.01$ ในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล ในเดือนแรก ผักหวานบ้านมีน้ำหนักสดของใบสูงที่สุด คือ 9.07±3.89 กรัม และชะอมมีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด คือ 3.56±1.01 กรัม ในเดือนที่ 2 มะม่วงหิมพานต์มีน้ำหนักสดของใบสูงที่สุด คือ 31.38±14.22 กรัม และ ชะอมมีน้ำหนักแห้งของใบสูงที่สุด คือ 10.54±3.04 กรัม ในเดือนที่ 3 มะม่วงหิมพานต์มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบสูงที่สุดคือ 236.99±77.29 และ 87.48±27.60 กรัม ตามลำดับ ส่วนผักหวานป่ามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบน้อยที่สุดในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 0.28±0.05 0.40±0.00 และ 0.52±0.03 กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.02±0.01 0.14±0.00 และ 0.08±0.01 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$ หรือ $p < 0.01$ ในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล ใน 2 เดือนแรก ชะอมมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมากที่สุด โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 48.96±3.65 และ 79.31±17.79 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งเท่ากับ 24.42±2.22 และ 32.64±8.49 กรัม ตามลำดับ ในเดือนที่ 3 ของการบันทึกข้อมูล มะม่วงหิมพานต์มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงที่สุด คือ 555.91±182.99 และ 206.35±69.98 กรัม ตามลำดับ ส่วนผักหวานป่ามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินน้อยที่สุด โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 0.68±0.06 1.02±0.01 และ 1.11±0.04 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.13±0.02 0.30±0.01 และ 0.47±0.01 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$ หรือ $p < 0.01$ ในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล ทั้ง 3 เดือนนี้ ชะอมมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากมากที่สุด โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 10.15±0.54 25.06±13.72 และ 60.02±9.96 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.40±0.45 7.79±5.29 และ 13.47±5.41 กรัม ตามลำดับ (ยกเว้นในเดือนแรกที่ผักหวานบ้านมีน้ำหนักแห้งของรากมากที่สุด คือ 1.74±0.71 กรัม) ผักหวานป่ามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากที่ระดับความลึกนี้น้อยที่สุด โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 0.45±0.07 0.50±0.05 และ 0.63±0.01 กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.08±0.01 0.12±0.00 และ 0.38±0.02 กรัม ตามลำดับ

ผักเหมียงและผักหวานป่าไม่พบรากที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร ในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล โดยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากที่ระดับความลึกนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทั้ง 3 เดือน ยกเว้นน้ำหนักสดของรากในเดือนที่ 3 ของการบันทึกข้อมูลที่พบว่า ชะอมมีน้ำหนักสดของรากระดับนี้มากที่สุด คือ 43.20±18.18 กรัม และมะม่วงหิมพานต์มีน้ำหนักสดของรากระดับนี้น้อยที่สุดคือ 5.29±2.52 กรัม

ในเดือนแรกของการบันทึกข้อมูล พืชทุกชนิดไม่มีรากที่ระดับความลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร มะม่วงหิมพานต์และชะอมพบรากที่ระดับความลึกนี้ในเดือนที่ 2 ของการบันทึกข้อมูล ผักหวานบ้านพบรากที่ระดับความลึกนี้ในเดือนที่ 3 ของการบันทึกข้อมูล ส่วนผักเหมียงและผักหวานป่าไม่พบรากระดับนี้ตลอดการบันทึกข้อมูล จากการศึกษาพบว่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากที่ระดับความลึกมากกว่า 50 เซนติเมตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทั้ง 2 เดือนที่มีการพบราก

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากทั้งหมดมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$ หรือ $p < 0.01$ ในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล ทั้ง 3 เดือนนี้ ชะอมมีน้ำหนักสดรากทั้งหมดสูงที่สุด คือ 12.71±1.82 35.61±20.02 และ 112.75±28.36 กรัม ตามลำดับ และ ผักหวานบ้านมีน้ำหนัก

แห้งรากทั้งหมดสูงที่สุด คือ 1.96±0.88 4.53±0.43 และ 26.56±5.51 กรัม ตามลำดับ ผักหวานป่ามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากทั้งหมดน้อยที่สุดในทั้ง 3 เดือน โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 0.45±0.07 0.50±0.05 และ 0.63±0.01 กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.08±0.01 0.12±0.00 และ 0.38±0.02 กรัม ตามลำดับ

อัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$ หรือ $p < 0.01$ ในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล ทั้ง 3 เดือนนี้ผักเหมียงมีอัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงที่สุด โดยมีอัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักสดเท่ากับ 12.58±2.72 12.22±5.14 และ 25.35±0.35 ตามลำดับ และอัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.06±0.24 37.55±4.54 และ 24.08±0.02 ตามลำดับ (ยกเว้นในเดือนแรก ที่ผักหวานมีอัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 1.96±0.88) ผักหวานป่ามีอัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งน้อยที่สุดในทั้ง 3 เดือน โดยมีอัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักสดเท่ากับ 1.57±0.17 2.04±0.41 และ 2.32±0.04 ตามลำดับ (ยกเว้นในเดือนที่ 3 ที่ชะอมมีอัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.52±0.24) และอัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.08±0.01 2.40±0.09 และ 0.70±0.02 ตามลำดับ

ความยาวรากมีความแตกต่างกันทางสถิติในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล โดยในเดือนแรก ผักหวานบ้านมีความยาวรากสูงสุด คือ 44.00±9.45 เซนติเมตร และผักเหมียงมีความยาวรากน้อยที่สุด คือ 9.50±0.50 เซนติเมตร ในเดือนที่ 2 ชะอมมีความยาวรากสูงที่สุด คือ 62.67±10.11 เซนติเมตร และผักเหมียงมีความยาวรากน้อยที่สุด คือ 9.80±1.00 เซนติเมตร ส่วนในเดือนที่ 3 ผักหวานบ้านมีความยาวรากสูงที่สุด คือ 78.33±4.41 เซนติเมตร และผักหวานป่ามีความยาวรากน้อยที่สุด คือ 11.83±0.73 เซนติเมตร

	T2	T3	T4	T5	T6
Dec 2019					
Feb 2020					
Apr 2020					

ภาพที่ 21 ลักษณะของพืชร่วมของกล้าปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 25 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลำต้นของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh stem weight (g)			Dry stem weight (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T2	7.48^{cd}±2.38	21.53^{ab}±8.70	243.88^{a}±80.44	2.30^{cd}±0.96	6.46^{b}±2.72	94.82^{a}±34.79
T3	13.91^{c}±2.58	31.41^{a}±7.03	143.61^{ab}±8.58	5.36^{bc}±1.35	11.26^{ab}±3.08	59.26^{ab}±6.26
T4	37.87^{a}±1.23	41.44^{a}±7.21	88.20^{ab}±10.33	18.46^{a}±0.38	19.14^{a}±4.02	41.17^{ab}±4.21
T5	22.24^{b}±2.10	23.07^{ab}±0.99	27.75^{b}±2.25	8.25^{b}±0.95	8.02^{ab}±1.03	9.67^{b}±0.24
T6	0.39^{d}±0.01	0.57^{b}±0.01	0.59^{b}±0.01	0.11^{d}±0.01	0.18^{b}±0.01	0.19^{b}±0.01
F-test	**	**	**	**	**	*
CV	**18.49**	**43.83**	**62.85**	**20.03**	**49.75**	**67.21**

The values are mean ± standard error. *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 26 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งกิ่งของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh branch weight (g)			Dry branch weight (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T2	na	5.78±4.16	75.04^{a}±35.03	NA	1.24±0.90	24.05^{a}±11.69
T3	4.98±1.75	7.39±1.10	58.62^{ab}±23.82	1.57±0.65	1.83±0.35	16.72^{ab}±6.10
T4	4.13±1.49	8.59±4.07	26.40^{ab}±8.13	2.41±0.93	2.97±1.48	10.39^{ab}±1.83
T5	8.25±2.37	8.77±4.53	7.09^{b}±0.91	2.75±0.75	2.79±1.45	1.87^{b}±0.09
T6	na	na	na	na	na	na
F-test	**ns**	**ns**	*	**ns**	**ns**	*
CV	**46.20**	**73.46**	**89.60**	**54.22**	**76.71**	**86.96**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 27 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh leaf weight (g)			Dry leaf weight (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T2	5.16^{ab}±1.68	31.38^{a}±14.22	236.99^{a}±77.29	1.57^{abc}±0.57	9.83^{a}±4.64	87.48^{a}±27.60
T3	9.07^{a}±3.89	26.34^{ab}±6.65	141.87^{ab} ±7.32	2.42^{ab}±1.04	7.45^{ab}±1.88	43.94^{ab}±1.43
T4	6.96^{ab}±2.55	29.28^{a}±6.75	56.27^{b}±26.98	3.56^{a}±1.01	10.54^{a}±3.04	21.38^{b}±8.66
T5	3.57^{ab}±0.43	2.42^{bc}±1.22	11.37^{b}±0.63	0.85^{bc}±0.05	0.67^{b}±0.35	2.65^{b}±0.13
T6	0.28^{b}±0.05	0.40^{c}±0.00	0.52^{b}±0.03	0.02^{c}±0.01	0.14^{b}±0.00	0.08^{b}±0.01
F-test	*	*	**	*	*	**
CV	76.50	73.59	71.25	71.80	79.49	72.13

The values are mean ± standard error. *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 28 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh shoot weight (g)			Dry shoot weight (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T2	12.64^{cd}±4.05	58.68^{a}±26.91	555.91^{a}±182.99	3.87^{bc}±1.53	17.53^{abc}±8.21	206.35^{a}±69.98
T3	27.96^{bc}±8.09	65.15^{a}±12.02	344.10^{ab}±35.35	9.35^{b}±2.96	20.54^{ab}±4.57	119.91^{ab}±12.17
T4	48.96^{a}±3.65	79.31^{a}±17.79	170.87^{ab}±45.06	24.42^{a}±2.22	32.64^{a}±8.49	72.93^{ab}±14.26
T5	34.06^{ab}±0.70	34.25^{ab}±6.73	46.21^{b}±3.79	11.85^{b}±0.15	11.48^{bc}±2.83	14.19^{b}±0.46
T6	0.68^{d}±0.06	1.02^{b}±0.01	1.11^{b}±0.04	0.13^{c}±0.02	0.30^{c}±0.01	0.47^{b}±0.01
F-test	**	*	**	**	*	**
CV	30.40	56.32	66.54	31.28	60.06	67.83

The values are mean ± standard error. *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 29 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 0-25 ซม ของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh root weight at 0-25 cm (g)			Dry root weight at 0-25 cm (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T2	3.20^{bc}±1.68	10.67^{ab}±5.63	32.06^{ab}±12.54	0.80^{ab}±0.45	3.21^{ab}±1.76	11.15^{ab}±4.39
T3	8.96^{ab}±2.20	16.78^{ab}±1.94	36.77^{ab}±9.86	1.74^{a}±0.71	3.99^{ab}±0.40	10.91^{ab}±1.68
T4	10.15^{a}±0.54	25.06^{a}±13.72	60.02^{a}±9.96	1.40^{ab}±0.45	7.79^{a}±5.29	13.47^{a}±5.41
T5	$3.7b^{c}$±1.09	3.13^{b}±0.77	1.83^{b}±0.18	1.06^{ab}±0.24	0.66^{b}±0.01	0.59^{b}±0.02
T6	0.45^{c}±0.07	0.50^{b}±0.05	0.63^{b}±0.01	0.08^{b}±0.01	0.12^{b}±0.00	0.38^{b}±0.02
F-test	**	*	**	*	*	*
CV	**47.33**	**104.19**	**55.58**	**72.07**	**137.65**	**76.05**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 30 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึก 25-50 ซม ของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh root weight at 25-50 cm (g)			Dry root weight at 25-50 cm (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T2	0.55±0.40	2.79±2.58	5.29^{b}±2.52	0.07±0.04	0.87±0.80	1.22±0.53
T3	1.36±1.20	3.06±1.38	27.31^{ab}±14.70	0.22±0.19	0.54±0.23	5.37±2.20
T4	2.56±1.38	8.29±4.61	43.20^{a}±18.18	0.22±0.13	1.68±1.11	6.78±3.67
T5	na	na	na	na	na	na
T6	na	na	na	na	na	na
F-test	**ns**	**ns**	*	**ns**	**ns**	**ns**
CV	**110.21**	**115.96**	**93.08**	**120.31**	**134.07**	**96.72**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, * Significantly different at $p < 0.05$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 31 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากที่ระดับความลึกมากกว่า 50 ซม ของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh root weight at >50 cm (g)			Dry root weight at >50 cm (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T2	na	0.59±0.59	2.47±2.47	na	0.18±0.18	1.22±0.53
T3	na	na	8.94±0.19	na	na	5.37±2.20
T4	na	2.26±1.74	9.53±2.61	na	0.35±0.27	6.78±3.67
T5	na	na	na	na	na	na
T6	na	na	na	na	na	na
F-test		**ns**	**ns**		**ns**	**ns**
CV		**113.52**	**51.63**		**150.10**	**96.72**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 32 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากทั้งหมดของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh total root weight (g)			Dry total root weight (g)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T2	3.75^{bc}±1.59	14.04^{ab}±8.80	39.82^{ab}±17.04	0.87^{ab}±0.44	4.08^{b}±2.56	22.91^{b}±9.15
T3	10.32^{ab}±3.28	19.84^{ab}±3.29	73.01^{ab}±24.59	1.96^{a}±0.88	4.53^{b}±0.43	26.56^{ab}±5.51
T4	12.71^{a}±1.82	35.61^{a}±20.02	112.75^{a}±28.36	1.62^{ab}±0.58	9.47^{a}±6.39	33.30^{a}±14.42
T5	3.12^{bc}±1.09	3.13^{b}±0.77	1.83^{b}±0.18	1.06^{ab}±0.24	0.49^{c}±0.01	0.59^{c}±0.02
T6	0.45^{c}±0.07	0.50^{b}±0.05	0.63^{b}±0.01	0.08^{b}±0.01	0.12^{c}±0.00	0.38^{c}±0.02
F-test	**	*	**	*	*	*
CV	**53.10**	**117.94**	**70.09**	**79.59**	**143.27**	**82.99**

The values are mean ± standard error. *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 33 อัตราส่วนยอดต่อรากของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของพืชร่วมกล้าปาล์มน้ำมัน

Treatments	Shoot-root ratio of fresh weight			Shoot-root ratio of dry weight		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T2	3.71^{b}±0.47	5.30^{b}±0.95	16.33^{b}±3.13	0.87^{ab}±0.44	5.47^{b}±1.06	10.61^{b}±2.26
T3	2.74^{b}±0.32	3.44^{b}±0.68	5.82^{c}±1.84	1.96^{a}±0.88	4.44^{b}±0.55	4.77^{c}±0.69
T4	3.92^{b}±0.25	3.14^{b}±0.82	1.52^{c}±0.24	1.62^{ab}±0.58	6.00^{b}±1.92	2.68^{c}±0.66
T5	12.58^{a}±2.72	12.22^{a}±5.14	25.35^{a}±0.35	1.06^{ab}±0.24	37.55^{a}±4.54	24.08^{a}±0.02
T6	1.57^{b}±0.17	2.04^{b}±0.41	2.32^{c}±0.04	0.08^{b}±0.01	2.40^{b}±0.09	0.70^{c}±0.02
F-test	**	**	**	*	*	**
CV	**49.31**	**49.13**	**27.48**	**79.59**	**142.53**	**22.60**

The values are mean ± standard error. *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 34 ความยาวรากของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Root length (cm)		
	Dec 2019	Feb 2020	Apr 2020
T2	22.67^{bc}±4.26	46.33^{a}±10.84	53.67^{b}±4.18
T3	44.00^{a}±9.45	46.67^{a}±3.33	78.33^{a}±4.41
T4	36.67^{ab}±2.85	62.67^{a}±10.11	61.33^{b}±3.48
T5	9.50^{c}±0.50	9.80^{b}±1.00	22.50^{c}±2.50
T6	9.67^{c}±0.88	11.00^{b}±1.00	11.83^{d}±0.73
F-test	**	**	**
CV	**32.28**	**33.46**	**12.22**

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

3.2 การศึกษาที่ 2 ผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและการพัฒนาของรากปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต

3.2.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

ผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินในบริเวณที่ทำการศึกษาแสดงในตารางที่ 35 จากผลการวิเคราะห์พบว่าดินที่ระดับความลึก 0-30 และ 31-60 เซนติเมตร มีค่า pH เท่ากับ 5.28 และ 5.42 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 15.43 และ 9.91 เซนติโมล/กิโลกรัม ไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.07 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 1.65 และ 0.90 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 0.96 และ 0.52 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 18.83 และ 18.52 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทชเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 0.16 และ 0.15 เซนติโมล/กิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 0.11 และ 0.02 เซนติโมล/กิโลกรัม และ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 0.08 และ 0.02 เซนติโมล/กิโลกรัม จากค่าการวิเคราะห์ตัวอย่างดินพบว่ามีเพียงค่า pH และค่าการนำไฟฟ้าของดินเท่านั้นที่อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อปาล์มน้ำมัน ส่วนปริมาณธาตุอาหารพืชต่าง ๆ อยู่ในระดับต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อปาล์มน้ำมัน

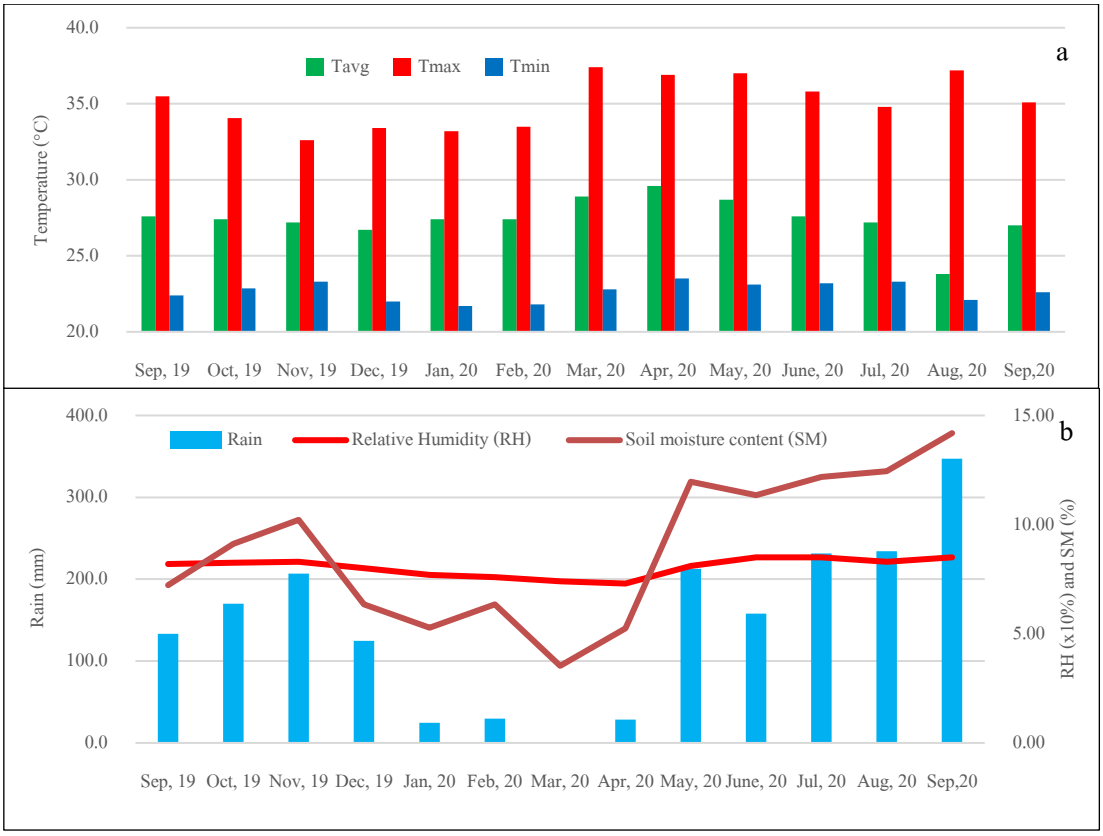
ตารางที่ 35 ผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและคุณสมบัติดินที่เหมาะสมต่อปาล์มน้ำมัน

Soil properties	Soil depts		Suitable soil for oil palm (moderate-high) *
	0 - 30 cm	31 - 60 cm	
pH	5.28	5.42	4.2-5.5
Electrical conductivity (cmol kg^{-1})	15.43	9.91	15-18
Total N (%)	0.07	0.03	0.15-0.25
Organic matter (%)	1.65	0.90	na
Organic C (%)	0.96	0.52	1.5-2.5
Available P (mg kg^{-1})	18.53	18.52	20-25
Exchangeable K (cmol kg^{-1})	0.16	0.15	0.25-0.30
Exchangeable Ca (cmol kg^{-1})	0.11	0.02	na
Exchangeable Mg (cmol kg^{-1})	0.08	0.02	0.25-0.30

*ที่มา: ธีระ (2554), na: Not available data.

3.2.2 สภาพอากาศและความชื้นดิน

สภาพอากาศและความชื้นดินในพื้นที่ศึกษาแสดงในภาพที่ 22 อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 23.8-29.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดมีค่าอยู่ในช่วง 32.6-37.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดมีค่าอยู่ในช่วง 21.7-23.5 องศาสเซลเซียส โดยเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 มีอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิสูงสุดมากที่สุด คือ 28.9 และ 37.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุด (23.8 องศาเซลเซียส) และ เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 มีอุณหภูมิต่ำที่สุด (21.7 องศาเซลเซียส) ปริมาณน้ำฝนมีค่าอยู่ในช่วง 0.0-347.0 มิลลิเมตร/เดือน ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าอยู่ในช่วง 73-85 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นดินมีค่าอยู่ในช่วง 3.53-14.19 เปอร์เซ็นต์ เดือนกันยายน พ.ศ. 2563 มีปริมาณน้ำฝน (347.0 มิลลิเมตร) และความชื้นดิน (14.19 เปอร์เซ็นต์) มากที่สุด และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 มีปริมาณน้ำฝน (0.0 มิลลิเมตร) และความชื้นดิน (3.53 เปอร์เซ็นต์) น้อยที่สุด เดือนมิถุนายน กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2563 มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมากที่สุด (85 เปอร์เซ็นต์) และ เดือนเมษายน พ.ศ. 2563 มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศน้อยที่สุด (73 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 22 สภาพอากาศและความชื้นดินในพื้นที่ศึกษา อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด (a) ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นดิน (b)

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก กรมอุตุนิยมวิทยา (2563)

3.2.3 การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างก้านใบ ความหนาก้านใบ ความยาวก้านใบ ความยาวแกนทางใบ ความกว้างแกนทางใบ ความกว้างใบย่อย ความยาวใบย่อย จำนวนใบย่อย จำนวนทางใบที่ยังไม่กาง จำนวนทางใบใหม่ จำนวนช่อดอกเพศผู้ จำนวนช่อดอกเพศเมีย และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิตในทั้ง 5 เดือนของการบันทึกข้อมูล ได้แก่ เดือนกันยายน ธันวาคม พ.ศ. 2562 มีนาคม มิถุนายน และกันยายน พ.ศ. 2563 แสดงในตารางที่ 36-50 จากการศึกษาพบว่าทั้ง 5 เดือนของการบันทึกข้อมูล ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างก้านใบ ความหนาก้านใบ ความยาวก้านใบ ความยาวแกนทางใบ ความกว้างแกนทางใบ ความกว้างใบย่อย ความยาวใบย่อย จำนวนทางใบที่ยังไม่กาง จำนวนทางใบใหม่ จำนวนช่อดอกเพศผู้ จำนวนช่อดอกเพศเมีย และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ ยกเว้นความกว้างแกนทางใบในเดือนมีนาคม จำนวนใบย่อยในเดือนมีนาคมและมิถุนายน พ.ศ. 2563 มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$

ความสูงลำต้นของปาล์มน้ำมันในทั้ง 5 เดือนของการบันทึกข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วง 51.33±4.18-74.33±2.96 65.00±2.89-83.33±1.67 75.00±2.52-92.33±3.93 77.67±2.91-99.33±3.18 และ 110.67±0.67-120.67±2.96 เซนติเมตร ตามลำดับ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของปาล์มน้ำมันมีค่าอยู่ในช่วง 28.33±3.18-35.00±2.65 33.67±1.86-39.00±2.52 37.00±2.08-43.33±1.76 42.67±3.33-49.00±1.53 และ 57.67±1.76-59.67±0.88 เซนติเมตร ตามลำดับ

ความกว้างก้านใบของปาล์มน้ำมันในทั้ง 5 เดือนของการบันทึกข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วง 2.63±0.58-3.63±0.03 3.03±0.43-3.73±0.07 3.27±0.15-3.83±0.17 3.33±0.17-3.87±0.23 และ 3.23±0.18-3.87±0.13 เซนติเมตร ตามลำดับ ความหนาก้านใบของปาล์มน้ำมันมีค่าอยู่ในช่วง 1.87±0.23-2.87±0.37 1.93±0.24-2.50±0.20 1.97±0.09-2.37±0.13 2.13±0.13-2.37±0.15 และ 2.03±0.27-2.27±0.12 เซนติเมตร ตามลำดับ และความยาวก้านใบของปาล์มน้ำมันมีค่าอยู่ในช่วง 31.33±4.84-47.67±4.48 38.00±1.73-47.67±3.84 38.00±2.52-47.67±3.38 40.67±0.67-51.33±4.81 และ 46.67±3.33-54.00±2.00 เซนติเมตร ตามลำดับ

ความยาวแกนทางใบของปาล์มน้ำมันในทั้ง 5 เดือนของการบันทึกข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วง 165.00±2.89-225.67±3.28 175.00±5.77-219.00±4.36 185.00±8.66-212.33±7.17 186.67±13.57-210.67±12.60 และ 202.33±16.74-235.33±5.55 เซนติเมตร ตามลำดับ และความกว้างแกนทางใบของปาล์มน้ำมันมีค่าอยู่ในช่วง 0.50±0.06-1.13±0.41 1.03±0.07-1.27±0.23 1.27±0.03-1.70±0.10 1.37±0.03-1.80±0.15 และ 1.57±0.09-1.80±0.00 เซนติเมตร ตามลำดับ

โดยในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 T5 มีความกว้างแกนทางใบสูงสุด คือ 1.70±0.10 เซนติเมตร และ T4 มีความกว้างแกนทางใบน้อยสุด คือ 1.27±0.03 เซนติเมตร ($p < 0.05$)

ความกว้างใบย่อยของปาล์มน้ำมันในทั้ง 5 เดือนของการบันทึกข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วง 2.67±0.12-3.87±0.07 3.30±0.06-3.97±0.03 3.73±0.15-4.07±0.07 3.87±0.09-4.20±0.15 และ 3.60±0.06-3.93±0.28 เซนติเมตร ตามลำดับ ความยาวใบย่อยของปาล์มน้ำมันมีค่าอยู่ในช่วง 48.33±6.12-58.33±3.38 51.67±1.45-56.33±5.36 48.33±3.84-62.67±3.18 52.00±1.00-63.00±5.77 และ 57.67±3.28-64.33±3.76 เซนติเมตร ตามลำดับ และจำนวนใบย่อยของปาล์มน้ำมันมีค่าอยู่ในช่วง 106.67±1.76-144.67±8.11 126.00±12.86-163.33±8.12 145.33±27.56-182.00±10.00 156.00±8.08-192.00±5.12 และ 183.33±15.68-203.33±2.67 ใบ ตามลำดับ โดยในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 T3 มีจำนวนใบย่อมมากที่สุด คือ 182.00±10.00 ใบ และ T6 มีจำนวนใบย่อยน้อยที่สุด คือ 145.33±27.56 ใบ ส่วนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 T5 มีจำนวนใบย่อยมากที่สุด คือ 192.00±5.12 ใบ และ T6 มีจำนวนใบย่อยน้อยที่สุด คือ 156.00±8.08 ใบ

จำนวนทางใบของปาล์มน้ำมันที่ยังไม่กางในทั้ง 5 เดือนของการบันทึกข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วง 2.50±0.00-3.00±0.29 2.00±0.00-2.67±0.33 3.00±0.00-3.33±0.33 2.67±0.33-3.33±0.67 และ 3.00±0.00-3.67±0.33 ทางใบ ตามลำดับ

จำนวนทางใบใหม่ของปาล์มน้ำมันทั้ง 4 ช่วงเดือนของการบันทึกข้อมูล ได้แก่ เดือนกันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2562 ธันวาคม พ.ศ. 2562 – มีนาคม พ.ศ. 2563 มีนาคม – มิถุนายน พ.ศ. 2563 และ มิถุนายน – กันยายน พ.ศ. 2563 มีค่าอยู่ในช่วง 6.67±0.17-7.67±0.17 6.67±0.33-7.67±0.33 6.33±0.33-7.67±0.33 และ 7.00±0.00-7.67±0.33 ทางใบ ตามลำดับ

ช่อดอกเพศผู้ของปาล์มน้ำมันเริ่มปรากฏในเดือนที่ 2 ของการบันทึกข้อมูล คือ ธันวาคม พ.ศ 2562 โดยจำนวนช่อดอกเพศผู้ในเดือนที่ 2 3 4 และ 5 ของการบันทึกข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วง 1.00±0.58-3.00±1.00 0.00±0.00-4.33±2.60 0.67±0.33-3.00±1.15 และ 0.00±0.00-2.33±0.67 ช่อ ตามลำดับ ช่อดอกเพศเมียเริ่มปรากฏในเดือนที่ 4 ของการบันทึกข้อมูล คือ มิถุนายน พ.ศ. 2563 โดยจำนวนช่อดอกเพศเมียในเดือนที่ 4 และ 5 ของการบันทึกข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วง 0.33±0.03-1.67±0.20 และ 1.67±1.67-5.00±2.52 ช่อ ตามลำดับ และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันในเดือนที่ 4 และ 5 ของการบันทึกข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วง 0.17±0.07-0.50±0.29 และ 0.28±0.28-0.67±0.33 ตามลำดับ

ตารางที่ 36 ความสูงลำต้นของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Plant height (cm)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	64.00±3.06	71.67±1.67	79.33±0.67	92.00±4.73	110.67±0.67
T2	51.33±4.18	65.00±2.89	78.67±7.36	88.00±7.64	113.33±4.41
T3	74.33±2.96	83.33±1.67	92.33±3.93	99.33±3.18	115.00±2.89
T4	65.67±11.46	71.67±7.26	77.67±4.98	84.33±5.61	113.33±3.33
T5	70.33±6.49	78.33±4.41	86.33±2.33	94.33±6.39	120.67±2.96
T6	65.00±2.52	70.00±0.00	75.00±2.52	77.67±2.91	111.67±1.67
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV	15.94	9.74	8.94	10.37	4.42

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 37 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Plant diameter (cm)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	35.00±2.65	38.00±1.00	41.00±1.00	46.00±2.08	57.67±1.76
T2	30.67±1.45	35.67±0.33	40.67±1.67	42.67±3.33	59.67±0.88
T3	34.67±4.81	39.00±2.52	43.33±1.76	49.00±1.53	58.67±1.20
T4	29.00±2.08	34.33±2.33	39.67±2.73	48.00±6.51	59.00±1.15
T5	28.33±3.18	33.67±1.86	39.00±0.58	47.67±3.18	61.33±1.86
T6	31.00±1.00	34.67±0.33	37.00±2.08	44.67±2.33	58.00±1.53
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV	15.52	7.99	7.68	13.28	4.22

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 38 ความกว้างก้านใบของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Petiole width (cm)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	3.63±0.03	3.73±0.07	3.83±0.17	3.87±0.23	3.77±0.27
T2	2.73±0.28	3.20±0.06	3.67±0.19	3.67±0.18	3.87±0.13
T3	3.30±0.50	3.53±0.24	3.77±0.07	3.63±0.07	3.43±0.03
T4	2.63±0.58	3.03±0.43	3.43±0.28	3.40±0.25	3.53±0.20
T5	3.07±0.24	3.27±0.07	3.47±0.24	3.87±0.09	3.63±0.32
T6	3.07±0.26	3.17±0.19	3.27±0.15	3.33±0.17	3.23±0.18
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV	20.61	11.39	9.42	8.47	10.21

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 39 ความหนาก้านใบของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Petiole thickness (cm)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	2.87±0.37	2.50±0.20	2.13±0.03	2.23±0.07	2.23±0.19
T2	2.50±0.57	2.43±0.24	2.37±0.09	2.20±0.06	2.03±0.27
T3	2.23±0.07	2.23±0.12	2.23±0.18	2.33±0.23	2.27±0.12
T4	1.87±0.23	1.93±0.24	2.00±0.25	2.13±0.13	2.07±0.07
T5	1.90±0.20	2.13±0.09	2.37±0.13	2.23±0.13	2.20±0.06
T6	1.97±0.03	1.97±0.03	1.97±0.09	2.37±0.15	2.10±0.12
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV	23.76	13.59	11.65	10.84	12.35

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 40 ความยาวก้านใบของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Petiole length (cm)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	42.67±12.57	45.33±5.04	38.00±2.52	44.67±3.71	46.67±3.33
T2	32.67±0.33	39.67±1.86	46.67±3.84	46.00±6.11	49.33±1.67
T3	41.33±4.63	44.33±1.20	47.33±3.18	48.00±4.16	50.33±1.76
T4	31.33±4.84	38.00±1.73	44.67±2.73	48.00±3.06	49.33±0.67
T5	47.67±4.48	47.67±3.84	47.67±3.38	51.33±4.81	54.00±2.00
T6	37.00±3.00	38.00±1.73	39.00±4.58	40.67±0.67	48.67±2.33
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV	26.64	11.99	13.59	15.33	7.37

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 41 ความยาวแกนทางใบของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Rachis length (cm)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	165.00±2.89	175.00±5.77	185.00±8.66	207.67±11.22	218.33±7.26
T2	181.67±14.15	183.67±5.04	185.67±4.84	206.00±4.73	231.67±3.38
T3	225.67±3.28	219.00±4.36	212.33±7.17	205.33±3.38	224.33±8.29
T4	198.33±25.41	199.67±22.98	201.00±24.79	209.67±20.27	235.00±18.93
T5	203.67±17.90	200.67±10.84	197.67±17.75	210.67±12.60	235.33±5.55
T6	171.67±12.91	178.33±4.33	185.00±14.43	186.67±13.57	202.33±16.74
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV	13.61	10.65	13.05	10.46	8.92

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 42 ความกว้างแกนทางใบของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Rachis width (cm)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	0.93±0.15	1.20±0.06	1.47^{ab}±0.03	1.53±0.09	1.60±0.12
T2	0.60±0.17	1.07±0.07	1.53^{ab}±0.09	1.50±0.10	1.60±0.06
T3	0.83±0.29	1.20±0.12	1.57^{ab}±0.07	1.70±0.10	1.73±0.09
T4	0.80±0.15	1.03±0.07	1.27^{c}±0.03	1.37±0.03	1.63±0.03
T5	0.50±0.06	1.10±0.06	1.70^{a}±0.10	1.80±0.15	1.80±0.00
T6	1.13±0.41	1.27±0.23	1.40^{bc}±0.06	1.37±0.12	1.57±0.09
F-test	ns	ns	*	ns	ns
CV	50.77	17.84	7.92	11.82	7.80

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, * Significantly different at $p < 0.05$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 43 ความกว้างใบย่อยของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Leaflet width (cm)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	3.63±0.27	3.80±0.15	3.97±0.03	4.13±0.15	3.63±0.28
T2	3.80±0.51	3.87±0.27	3.93±0.12	4.00±0.06	3.60±0.15
T3	3.63±0.27	3.83±0.17	4.03±0.09	4.13±0.03	3.70±0.15
T4	3.27±0.80	3.50±0.45	3.73±0.15	3.90±0.17	3.60±0.06
T5	3.87±0.07	3.97±0.03	4.07±0.07	4.20±0.15	3.93±0.28
T6	2.67±0.12	3.30±0.06	3.93±0.03	3.87±0.09	3.63±0.23
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV	20.99	10.96	4.00	5.15	9.91

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 44 ความยาวใบย่อยของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Leaflet length (cm)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	51.67±5.04	52.67±2.19	53.67±4.10	63.00±5.77	62.33±4.81
T2	52.00±2.89	51.67±1.45	51.33±3.18	52.00±1.00	59.67±2.03
T3	50.00±7.55	56.33±5.36	62.67±3.18	63.00±2.31	64.33±3.76
T4	54.33±5.90	54.67±4.18	55.00±2.52	58.67±2.33	57.67±4.98
T5	58.33±3.38	53.33±0.33	48.33±3.84	58.00±2.65	57.67±3.28
T6	48.33±6.12	52.00±2.89	55.67±0.88	54.67±0.88	58.67±2.60
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV	17.81	10.41	9.96	8.83	10.77

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 45 จำนวนใบย่อยของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Number of leaflets (no.)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	142.67±2.91	146.67±2.66	150.67^{bc}±10.92	180.67^{ab}±8.66	184.67±7.86
T2	121.33±10.35	147.33±4.80	173.33^{ab}±10.14	180.00^{ab}±1.16	183.33±15.68
T3	144.67±8.11	163.33±8.12	182.00^{a}±10.00	188.00^{ab}±3.46	199.33±1.76
T4	118.67±20.34	138.67±20.94	158.67^{bc}±3.82	169.33^{bc}±6.68	203.33±2.67
T5	129.33±14.25	152.00±12.86	174.67^{ab}±17.64	192.00^{a}±5.12	202.00±2.00
T6	106.67±1.76	126.00±12.86	145.33^{c}±27.56	156.00^{c}±8.08	184.00±3.46
F-test	ns	ns	*	*	ns
CV	15.73	8.06	7.92	6.14	6.70

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, * Significantly different at $p < 0.05$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 46 จำนวนทางใบของปาล์มน้ำมันที่ยังไม่กาง

Treatments	Number of flag leaves (no.)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	2.67±0.17	2.33±0.33	3.00±0.00	2.67±0.33	3.33±0.33
T2	2.83±0.17	2.67±0.33	3.00±0.00	2.67±0.33	3.00±0.00
T3	3.00±0.29	2.67±0.33	3.33±0.33	2.67±0.33	3.00±0.00
T4	2.83±0.33	2.33±0.33	3.33±0.33	3.00±0.00	3.67±0.33
T5	2.67±0.17	2.00±0.00	3.33±0.33	3.33±0.67	3.67±0.33
T6	2.50±0.00	2.00±0.00	3.00±0.00	2.33±0.33	3.00±0.00
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV	13.55	20.20	12.89	24.00	12.45

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 47 จำนวนทางใบใหม่ของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Number of new leaves (no.)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	na	7.67±0.17	7.67±0.33	7.67±0.33	7.67±0.33
T2	na	7.17±0.17	7.33±0.33	7.00±0.00	7.67±0.33
T3	na	7.50±0.50	7.67±0.33	7.33±0.67	7.67±0.33
T4	na	6.67±0.17	7.00±0.00	6.33±0.33	7.00±0.00
T5	na	6.67±0.33	6.67±0.33	6.67±0.33	7.67±0.33
T6	na	7.17±0.17	7.33±0.33	7.00±0.00	7.00±0.00
F-test		ns	ns	ns	ns
CV		6.81	7.24	8.91	6.33

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 48 จำนวนช่อดอกเพศผู้ของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Number of male inflorescences (no.)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	na	3.33±0.88	2.00±1.15	3.00±1.15	2.33±0.67
T2	na	1.00±0.58	0.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.58
T3	na	3.00±1.00	4.33±2.60	1.00±0.58	1.67±0.67
T4	na	1.67±1.67	1.33±1.33	0.67±0.33	0.00±0.00
T5	na	1.67±1.20	2.00±2.00	0.67±0.33	1.00±0.58
T6	na	1.00±0.58	3.00±1.15	2.33±1.33	0.67±0.67
F-test		**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
CV		**93.89**	**130.68**	**93.74**	**90.00**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 49 จำนวนช่อดอกเพศเมียของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Number of female inflorescences (no.)				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	na	na	na	1.33±0.33	2.00±2.00
T2	na	na	na	1.33±0.88	5.00±2.52
T3	na	na	na	1.67±0.20	1.67±1.67
T4	na	na	na	1.00±0.33	3.67±2.03
T5	na	na	na	0.33±0.03	1.67±1.67
T6	na	na	na	1.00±0.33	2.67±2.67
F-test				**ns**	**ns**
CV				**157.35**	**132.54**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 50 อัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Sex ratio				
	Sep 2019	Dec 2019	Mar 2020	June 2020	Sep 2020
T1	na	na	na	0.27±0.07	0.29±0.29
T2	na	na	na	0.42±0.22	0.63±0.32
T3	na	na	na	0.50±0.29	0.28±0.28
T4	na	na	na	0.25±0.05	0.67±0.33
T5	na	na	na	0.17±0.07	0.28±0.28
T6	na	na	na	0.25±0.05	0.33±0.33
F-test				**ns**	**ns**
CV				**138.80**	**128.30**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

3.2.4 การเจริญเติบโต ผลผลิต และอัตราการเจริญเติบโตของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

<u>การเจริญเติบโตของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน</u>

ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ ความยาวกิ่ง และเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมันในทั้ง 10 เดือนของการบันทึกข้อมูล คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 – กันยายน พ.ศ. 2563 แสดงในตารางที่ 51-56 จากการศึกษาพบว่า ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ ความยาวกิ่ง เส้นผ่านศูนย์กลางกิ่ง และผลผลิตยอดอ่อนของพืชร่วมปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.01$ ในทั้ง 10 เดือนของการบันทึกข้อมูล ยกเว้นเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมันในเดือนที่ 1 4 และ 5 ของการบันทึกข้อมูล

ในเดือนที่ 1-7 และ 9 ของการบันทึกข้อมูล ผักหวานบ้านมีความสูงลำต้นมากที่สุด คือ 65.83±6.05 71.08±6.72 81.92±8.89 92.67±9.37 93.08±9.19 95.17±9.00 132.92±8.39 และ 179.00±9.93 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในเดือนที่ 8 และ 10 ชะอมมีความสูงลำต้นมากที่สุด คือ 161.42±16.50 และ 211.42±25.19 เซนติเมตร ตามลำดับ ในทั้ง 10 เดือนของการบันทึกข้อมูล ผักหวานป่ามีความสูงลำต้นน้อยที่สุด คือ 10.17±0.60 11.75±0.77 12.83±0.76 13.08±0.87 16.25±1.21 18.75±0.54 21.00±0.90 22.50±0.92 23.00±1.02 และ 28.75±1.92 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในเดือนแรกของการบันทึกข้อมูล ผักหวานบ้านมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด คือ 1.04±0.05 เซนติเมตร แต่ในเดือนที่ 2-10 มะม่วงหิมพานต์มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด คือ 1.08±0.04 1.42±0.07 1.55±0.05 1.63±0.08 1.95±0.10 2.08±0.12 2.64±0.14 3.20±0.12 และ 3.93±0.16 เซนติเมตร ตามลำดับ ในทั้ง 10 เดือนของการบันทึกข้อมูล ผักหวานป่ามีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด คือ 0.26±0.02 0.27±0.02 0.31±0.01 0.32±0.01 0.43±0.02 0.48±0.03 0.55±0.02 0.60±0.02 0.70±0.02 และ 0.93±0.01 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในทั้ง 10 เดือนของการบันทึกข้อมูล ชะอมมีความยาวใบมากสุด คือ 16.75±1.01 20.83±1.13 22.42±0.75 24.00±0.88 24.33±1.00 26.17±1.09 29.25±0.66 31.83±0.42 32.17±0.34 และ 32.33±0.56 เซนติเมตร ตามลำดับ ในเดือนที่ 1-5 ของการบันทึกข้อมูล ผักหวานป่ามีความยาวใบน้อยที่สุด คือ 4.17±0.11 4.33±0.11 4.46±0.26 5.29±0.26 และ 6.13±0.08 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนเดือนที่ 6-10 ผักหวานบ้านมีความยาวใบน้อยที่สุด คือ 6.00±0.17 6.63±0.20 7.58±0.20 7.42±0.26 และ 7.54±0.26 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในทั้ง 10 เดือนของการบันทึกข้อมูล ชะอมมีความกว้างใบมากที่สุด คือ 8.58±0.38 10.92±0.51 12.17±0.61 12.58±0.54 15.92±0.45 12.67±0.73 16.67±0.62

19.25±0.49 19.67±0.48 และ 19.42±0.54 เซนติเมตร ตามลำดับ และ ผักหวานป่ามีความกว้างใบน้อยที่สุด คือ 1.79±0.07 1.75±0.08 1.75±0.08 1.58±0.06 1.75±0.50 2.30±0.06 2.13±0.07 3.00±0.11 3.00±0.18 และ 3.68±0.14 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในทั้ง 10 เดือนของการบันทึกข้อมูล ผักหวานบ้านมีความยาวกิ่งมากที่สุด คือ 22.25±2.61 32.08±3.24 45.17±3.86 48.00±4.25 49.42±5.88 53.33±5.75 80.67±9.43 105.00±6.45 109.75±5.24 และ 130.83±7.09 เซนติเมตร ตามลำดับ ในเดือนที่ 1-7 ของการบันทึกข้อมูล มะม่วงหิมพานต์มีความยาวกิ่งน้อยที่สุด คือ 6.00±1.00 9.50±0.87 11.67±0.89 16.42±1.77 17.67±1.81 18.75±1.70 และ 33.08±3.55 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในเดือนที่ 8 – 10 ผักหวานป่ามีความยาวกิ่งน้อยที่สุด คือ 2.50±0.00 7.25±1.05 และ 10.75±1.14 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในเดือนที่ 2 และ 3 ของการบันทึกข้อมูล ผักหวานบ้านมีเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งมากที่สุด คือ 0.49±0.02 และ 0.55±0.03 เซนติเมตร ตามลำดับ ในเดือนที่ 6-8 ผักเหมียงมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด คือ 0.65±0.05 0.83±0.06 และ 0.98±0.05 เซนติเมตร ตามลำดับ ในเดือนที่ 9-10 มะม่วงหิมพานต์มีเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งมากที่สุด คือ 1.28±0.11 และ 1.59±0.07 เซนติเมตร ตามลำดับ ในเดือนที่ 2 มะม่วงหิมพานต์มีเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งน้อยที่สุด คือ 0.34±0.02 เซนติเมตร ในเดือนที่ 3 6 และ 7 ผักเหมียงมีเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งน้อยที่สุด คือ 0.46±0.00 0.47±0.03 และ 0.40±0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในเดือนที่ 8-10 ผักหวานป่ามีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุด คือ 0.08±0.00 0.40±0.02 และ 0.50±0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 51 ความสูงลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Plant height (cm)									
	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020	May 2020	June 2020	July 2020	Aug 2020	Sep 2020
T2	56.17^{ab}±1.58	61.33^{ab}±2.00	63.92^{b}±2.34	68.00^{b}±3.28	63.67^{b}±5.33	72.42^{b}±3.79	104.00^{b}±5.34	132.17^{a}±7.46	154.25^{a}±7.58	186.58^{a}±8.55
T3	65.83^{a}±6.05	71.08^{a}±6.72	81.92^{a}±8.89	92.67^{a}±9.37	93.08^{a}±9.19	95.17^{a}±9.00	132.92^{a}±8.39	159.92^{a}±8.49	179.00^{a}±9.93	204.08^{a}±11.33
T4	39.75^{c}±2.98	42.58^{c}±2.89	49.00^{c}±4.20	61.67^{b}±7.74	63.00^{b}±7.77	69.83^{b}±9.60	106.08^{ab}±13.13	161.42^{a}±16.50	178.17^{a}±17.69	211.42^{a}±25.19
T5	49.75^{bc}±4.26	53.25^{bc}±3.27	55.25^{ab}±4.29	60.31^{b}±2.79	60.37^{b}±1.74	61.67^{b}±2.42	72.08^{c}±3.69	83.67^{b}±4.59	89.08^{b}±4.95	101.00^{b}±4.98
T6	10.17^{d}±0.60	11.75^{d}±0.77	12.83^{d}±0.76	13.08^{c}±0.87	16.25^{c}±1.21	18.75^{c}±0.54	21.00^{d}±0.90	22.50^{c}±0.92	23.00^{c}±1.02	28.75^{c}±1.92
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV	21.65	20.47	23.53	27.04	29.44	29.57	28.9	28.21	29.66	35.31

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at p < 0.01: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 52 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Plant diameter (cm)									
	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020	May 2020	June 2020	July 2020	Aug 2020	Sep 2020
T2	0.98^{a}±0.04	1.08^{a}±0.04	1.42^{a}±0.07	1.55^{a}±0.05	1.63^{a}±0.08	1.95^{a}±0.10	2.08^{a}±0.12	2.64^{a}±0.14	3.20^{a}±0.12	3.93^{a}±0.16
T3	1.04^{a}±0.05	1.07^{a}±0.06	1.18^{b}±0.04	1.23^{b}±0.05	1.24^{b}±0.04	1.28^{b}±0.12	1.46^{b}±0.08	1.84^{b}±0.15	2.18^{b}±0.15	2.68^{b}±0.18
T4	0.95^{a}±0.03	1.03^{a}±0.04	1.12^{bc}±0.03	1.23^{b}±0.06	1.25^{b}±0.05	1.28^{b}±0.09	1.53^{b}±0.12	2.05^{b}±0.16	2.43^{b}±0.21	2.61^{b}±0.18
T5	0.98^{a}±0.05	1.00^{a}±0.05	1.01^{c}±0.04	1.05^{c}±0.01	1.07^{b}±0.02	1.07^{b}±0.00	1.08^{c}±0.05	1.22^{c}±0.06	1.41^{c}±0.05	1.58^{c}±0.09
T6	0.26^{b}±0.02	0.27^{b}±0.02	0.31^{d}±0.01	0.32^{d}±0.01	0.43^{c}±0.02	0.48^{c}±0.03	0.55^{d}±0.02	0.60^{d}±0.02	0.70^{d}±0.02	0.93^{c}±0.01
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV	14.14	62.08	13.31	12.80	14.95	22.43	23.11	25.34	16.59	18.45

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at p < 0.01: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 53 ความยาวใบของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Leaf length (cm)									
	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020	May 2020	June 2020	July 2020	Aug 2020	Sep 2020
T2	17.42^{a}±0.63	18.17^{a}±1.26	18.83^{b}±0.66	19.08^{b}±0.51	18.08^{b}±1.15	18.50^{b}±0.04	19.67^{b}±0.53	20.58^{b}±1.21	20.67^{b}±0.86	21.33^{b}±0.76
T3	6.33^{c}±0.35	6.63^{bc}±0.28	6.38^{cd}±0.27	6.25^{cd}±0.25	6.46^{c}±0.26	6.00^{c}±0.17	6.63^{c}±0.20	7.58^{d}±0.20	7.42^{d}±0.26	7.54^{d}±0.26
T4	16.75^{a}±1.01	20.83^{a}±1.13	22.42^{a}±0.75	24.00^{a}±0.88	24.33^{a}±1.00	26.17^{a}±1.09	29.25^{a}±0.66	31.83^{a}±0.42	32.17^{a}±0.34	32.33^{a}±0.56
T5	8.79^{b}±0.67	8.46^{b}±0.72	7.35^{c}±0.38	7.02^{c}±0.25	6.77^{c}±0.09	7.67^{c}±0.28	10.92^{c}±0.57	11.42^{c}±0.45	12.04^{c}±0.83	11.33^{c}±0.62
T6	4.17^{d}±0.11	4.33^{c}±0.11	4.46^{d}±0.26	5.29^{d}±0.26	6.13^{c}±0.08	7.88^{c}±0.31	9.75^{d}±0.25	10.25^{cd}±0.65	10.63^{c}±0.67	12.25^{c}±0.54
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV	16.36	24.22	14.34	12.51	20.31	13.74	10.83	14.98	4.08	12.55

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 54 ความกว้างใบของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Leaf width (cm)									
	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020	May 2020	June 2020	July 2020	Aug 2020	Sep 2020
T2	5.75^{b}±0.23	6.88^{b}±0.28	7.21^{b}±0.32	7.42^{b}±0.21	7.67^{b}±0.23	7.58^{b}±0.18	8.33^{b}±0.22	8.46^{b}±0.25	8.67^{b}±0.22	9.08^{b}±0.19
T3	2.75^{c}±0.10	2.92^{cd}±0.14	3.13^{c}±0.13	2.96^{c}±0.11	2.96^{c}±0.11	3.04^{cd}±0.10	3.33^{d}±0.13	3.58^{d}±0.15	3.71^{cd}±0.10	3.63^{d}±0.14
T4	8.58^{a}±0.38	10.92^{a}±0.51	12.17^{a}±0.61	12.58^{a}±0.54	15.92^{a}±0.45	12.67^{a}±0.73	16.67^{a}±0.62	19.25^{a}±0.49	19.67^{a}±0.48	19.42^{a}±0.54
T5	3.46^{c}±0.23	3.50^{c}±0.25	3.50^{c}±0.26	2.81^{c}±0.14	3.01^{c}±0.09	3.50^{c}±0.21	5.03^{c}±0.36	4.88^{c}±0.30	4.67^{c}±0.28	4.67^{c}±0.30
T6	1.79^{d}±0.07	1.75^{d}±0.08	1.75^{d}±0.08	1.58^{d}±0.06	1.75^{d}±0.50	2.30^{d}±0.06	2.13^{d}±0.07	3.00^{d}±0.11	3.00^{d}±0.18	3.68^{d}±0.14
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV	15.11	19.95	20.80	18.01	12.91	21.84	16.80	11.54	14.65	21.09

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 55 ความยาวกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Branch length (cm)									
	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020	May 2020	June 2020	July 2020	Aug 2020	Sep 2020
T2	6.00^{b}±1.00	9.50^{c}±0.87	11.67^{c}±0.89	16.42^{c}±1.77	17.67^{c}±1.81	18.75^{c}±1.70	33.08^{b}±3.55	57.92^{bc}±5.07	67.50^{b}±7.38	100.75^{b}±8.37
T3	22.25^{a}±2.61	32.08^{a}±3.24	45.17^{a}±3.86	48.00^{a}±4.25	49.42^{a}±5.88	53.33^{a}±5.75	80.67^{a}±9.43	105.00^{a}±6.45	109.75^{a}±5.24	130.83^{a}±7.09
T4	18.83^{a}±2.28	22.42^{b}±2.48	26.42^{b}±2.58	31.33^{b}±2.33	32.83^{b}±3.61	33.00^{b}±4.56	51.92^{b}±4.35	67.25^{b}±7.12	74.75^{b}±8.04	82.08^{b}±11.53
T5	21.42^{a}±1.91	22.92^{b}±1.96	25.92^{b}±2.48	26.23^{b}±2.60	28.67^{b}±2.31	30.33^{b}±0.28	38.00^{b}±4.28	39.92^{c}±2.76	45.33^{c}±2.51	53.50^{c}±1.92
T6	na	na	na	na	na	na	na	2.50^{d}±0.00	7.25^{d}±1.05	10.75^{d}±1.14
F-test	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV	30.63	33.24	21.99	20.94	37.45	37.24	37.89	33.59	29.22	31.93

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ตารางที่ 56 เส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Branch diameter (cm)									
	Dec 2019	Jan 2020	Feb 2020	Mar 2020	Apr 2020	May 2020	June 2020	July 2020	Aug 2020	Sep 2020
T2	0.30±0.00	0.34^{b}±0.02	0.43^{b}±0.02	0.50±0.02	0.54±0.04	0.58^{a}±0.04	0.79^{a}±0.07	0.95^{a}±0.06	1.28^{a}±0.11	1.59^{a}±0.07
T3	0.36±0.03	0.49^{a}±0.02	0.55^{a}±0.03	0.57±0.02	0.58±0.03	0.63^{a}±0.04	0.75^{a}±0.05	0.85^{a}±0.03	0.92^{bc}±0.03	1.27^{b}±0.06
T4	0.39±0.01	0.47^{a}±0.03	0.48^{ab}±0.03	0.53±0.03	0.53±0.02	0.65^{a}±0.05	0.83^{a}±0.06	0.98^{a}±0.05	1.10^{ab}±0.06	1.32^{b}±0.06
T5	0.38±0.03	0.39^{b}±0.02	0.40^{b}±0.02	0.41±0.02	0.45±0.02	0.46^{b}±0.00	0.47^{b}±0.03	0.53^{b}±0.03	0.71^{c}±0.03	0.84^{c}±0.04
T6	na	na	na	na	na	na	na	0.08^{c}±0.00	0.40^{d}±0.02	0.50^{d}±0.02
F-test	ns	**	*	ns	ns	**	**	**	**	**
CV	17.46	19.17	20.28	13.63	17.25	24.87	27.48	24.62	19.79	10.79

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation. na: Not available data.

ผลผลิตยอดอ่อนพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

ผลผลิตยอดอ่อนของพืชร่วมปาล์มน้ำมันแสดงในตารางที่ 57 จากการบันทึกน้ำหนักสดยอดอ่อนของพืชร่วมปาล์มน้ำมันทั้ง 5 ชนิด ใน 3 เดือนสุดท้ายของการศึกษา คือ เดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน พ.ศ. 2563 พบว่า ในเดือนแรกของการบันทึกข้อมูล มะม่วงหิมพานต์และผักหวานบ้านมีผลผลิตยอดอ่อนสูงที่สุด คือ 701.33±87.71 และ 722.00±176.67 กรัม/ต้น ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับผลผลิตยอดอ่อนของชะอม (453.33±53.33 กรัม/ต้น) ในเดือนที่ 2 และ 3 ของการบันทึกข้อมูล มะม่วงหิมพานต์มีผลผลิตยอดอ่อนสูงที่สุด คือ 822.67±210.35 และ 953.33±323.38 กรัม/ต้น ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับผลผลิตยอดอ่อนของผักหวานบ้าน (569.33±117.40 กรัม/ต้น) และชะอม (446.67±54.28 กรัม/ต้น) ในเดือนที่ 3 ของการบันทึกข้อมูล

ตารางที่ 57 ผลผลิตยอดอ่อนของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Fresh leaf weight (g plant^{-1})		
	Jul 2020	Aug 2020	Sep 2020
T2	701.33^{a}±87.71	822.67^{a}±210.35	953.33^{a}±323.38
T3	722.00^{a}±176.67	224.00^{b}±82.11	569.33^{ab}±117.40
T4	453.33^{ab}±53.33	286.67^{b}±40.68	446.67^{ab}±54.28
T5	208.00^{b}±63.54	266.67^{b}±81.10	320.00^{b}±92.38
T6	102.67^{b}±21.46	108.00^{b}±19.73	114.67^{b}±15.38
F-test	**	**	*
CV	38.07	55.36	58.10

The values are mean ± standard error. *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

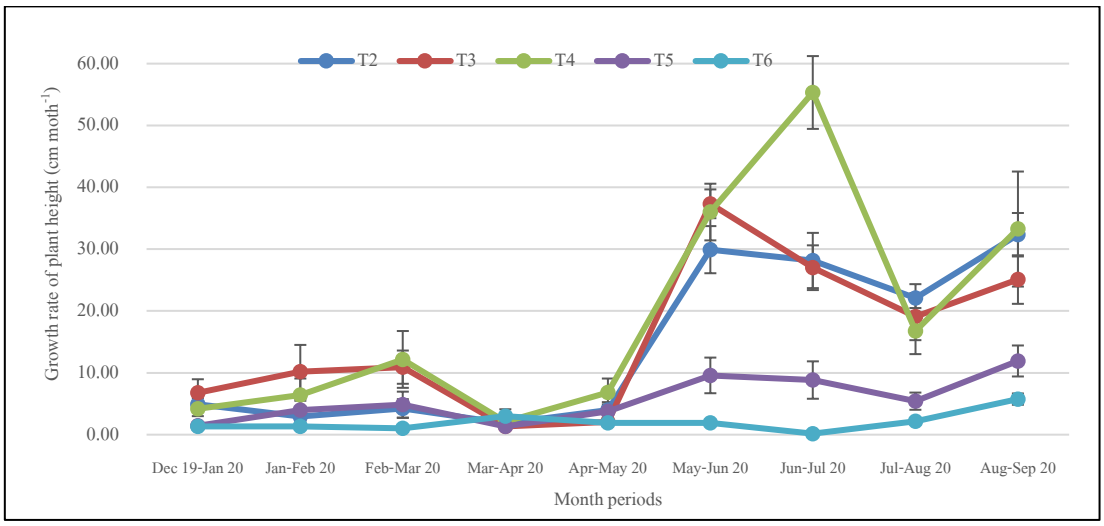
<u>อัตราการเจริญเติบโตของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน</u>

อัตราการเจริญเติบโตของความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวกิ่ง และเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งใน 9 ช่วงเดือนของการบันทึกข้อมูล คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 – มกราคม พ.ศ. 2563 มกราคม – กุมภาพันธ์ กุมภาพันธ์ – มีนาคม มีนาคม – เมษายน เมษายน – พฤษภาคม พฤษภาคม – มิถุนายน มิถุนายน – กรกฎาคม กรกฎาคม – สิงหาคม และ สิงหาคม - กันยายน พ.ศ. 2563 แสดงในภาพที่ 23-26 จากการศึกษาพบว่า พืชร่วมมีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างสูงในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 จากนั้นอัตราการเจริญเติบโตลดลงเล็กน้อยในช่วงเดือนมีนาคม – พฤษภาคม พ.ศ. 2563 จากนั้นจึงเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงเดือนมิถุนายน – กันยายน พ.ศ. 2563 มะม่วงหิมพานต์ ผักหวานบ้าน และชะอมมีอัตราการเจริญเติบโตของความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวกิ่ง และเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผักเหมียงและผักหวานป่า โดยทั้ง 9 ช่วงเดือนของการบันทึกข้อมูล มะม่วงหิมพานต์มีอัตราการเจริญเติบโตของความสูงต้นเท่ากับ 4.92± 0.98 2.92±0.72 4.25±1.49 1.83±0.51 4.00±0.90 29.92±3.81 28.17±4.47 22.08±2.26 และ 32.33±3.51 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 0.10±0.03 0.34±0.05 0.13±0.04 0.08±0.04 0.32±0.09 0.13±0.11 0.56±0.07 0.56±0.04 และ 0.73±0.08 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของความยาวกิ่งเท่ากับ 8.50±0.89 2.17±0.74 4.75±1.05 0.75±0.51 1.08±0.56 16.33±3.27 24.83±3.08 9.58±4.31 และ 33.25±6.63 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งเท่ากับ 0.28±0.04 0.08±0.02 0.08±0.02 0.03±0.03 0.04±0.02 0.22±0.05 0.18±0.05 0.31±0.09 และ 0.33±0.09 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ

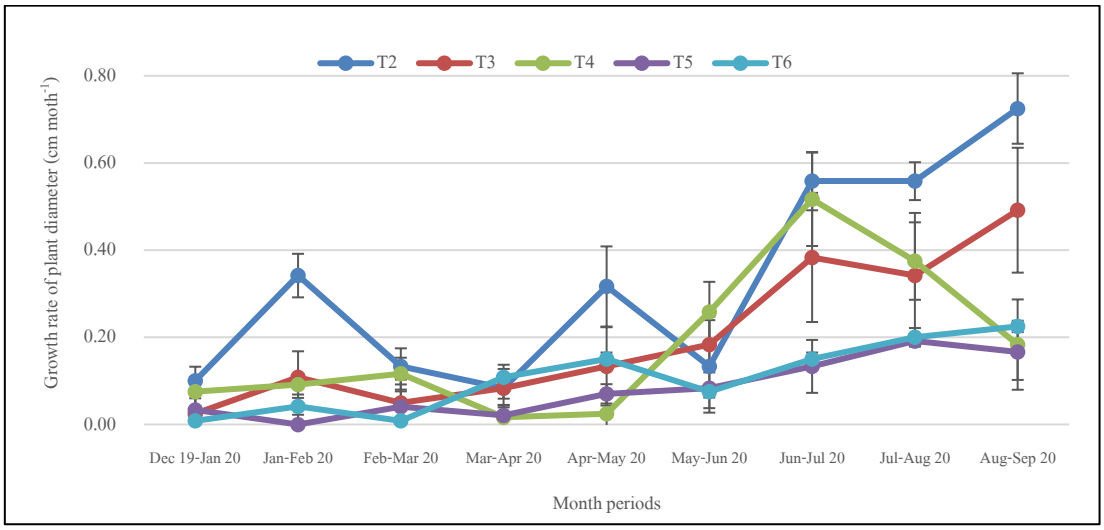
ผักหวานบ้านมีอัตราการเจริญเติบโตของความสูงต้นเท่ากับ 6.75±2.21 10.17±4.35 10.92±2.69 1.33±0.40 2.08±0.61 37.33±2.33 27.00±3.62 19.08±3.80 และ 25.08±3.93 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 0.03±0.04 0.11±0.06 0.05±0.01 0.08±0.02 0.13±0.09 0.18±0.06 0.38±0.15 0.34±0.14 และ 0.49±0.14 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของความยาวกิ่งเท่ากับ 9.83±2.76 13.08±4.37 4.83±2.11 0.58±4.85 3.92±1.64 27.33±6.61 24.33±5.65 4.75±6.62 และ 21.08±3.82 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งเท่ากับ 0.11±0.04 0.06±0.03 0.04±0.03 0.05±0.04 0.08±0.03 0.12±0.06 0.08±0.05 0.08±0.05 และ 0.32±0.06 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ

ชะอมมีอัตราการเจริญเติบโตของความสูงต้นเท่ากับ 4.17±1.17 6.42±2.66 12.17±4.59 2.08±0.51 6.83±2.25 36.00±4.58 55.33±5.89 16.75±3.73 และ 33.25±9.30

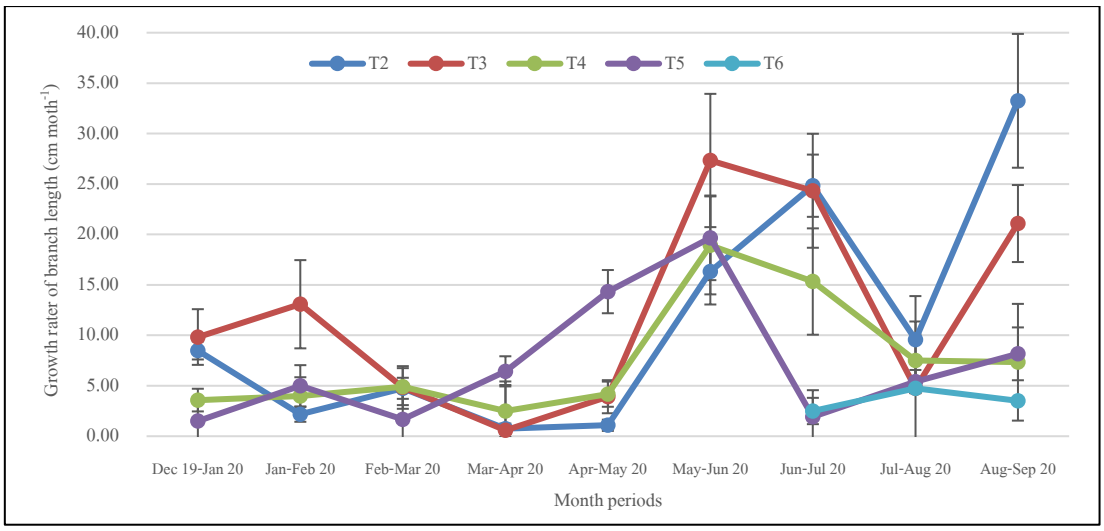
เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 0.08±0.03 0.09±0.02 0.12±0.04 0.02±0.03 0.03±0.05 0.26±0.07 0.52±0.11 0.38±0.09 และ 0.18±0.10 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของความยาวกิ่งเท่ากับ 3.58±1.12 4.00± 1.85 4.92±1.83 2.50±2.58 4.17±1.25 18.92±4.86 15.33±5.27 7.50±2.61 และ 7.33±5.79 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งเท่ากับ 0.01±0.00 0.11±0.04 0.03±0.01 0.00±0.00 0.07±0.01 0.07±0.04 0.06±0.05 0.18±0.02 และ 0.14±0.04 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ



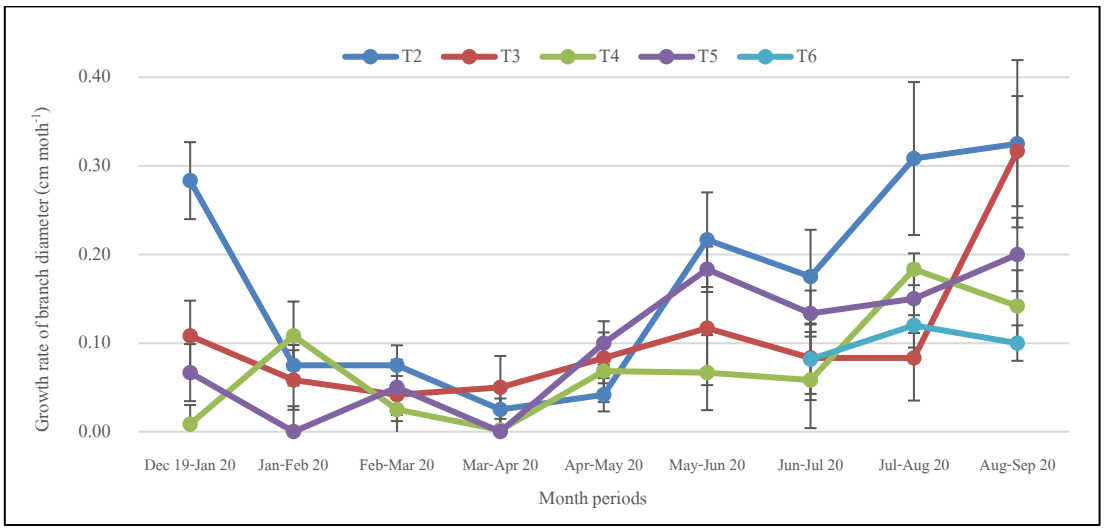
ภาพที่ 23 อัตราการเจริญเติบโตของความสูงต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต



ภาพที่ 24 อัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต



ภาพที่ 25 อัตราการเจริญเติบโตของความยาวกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต

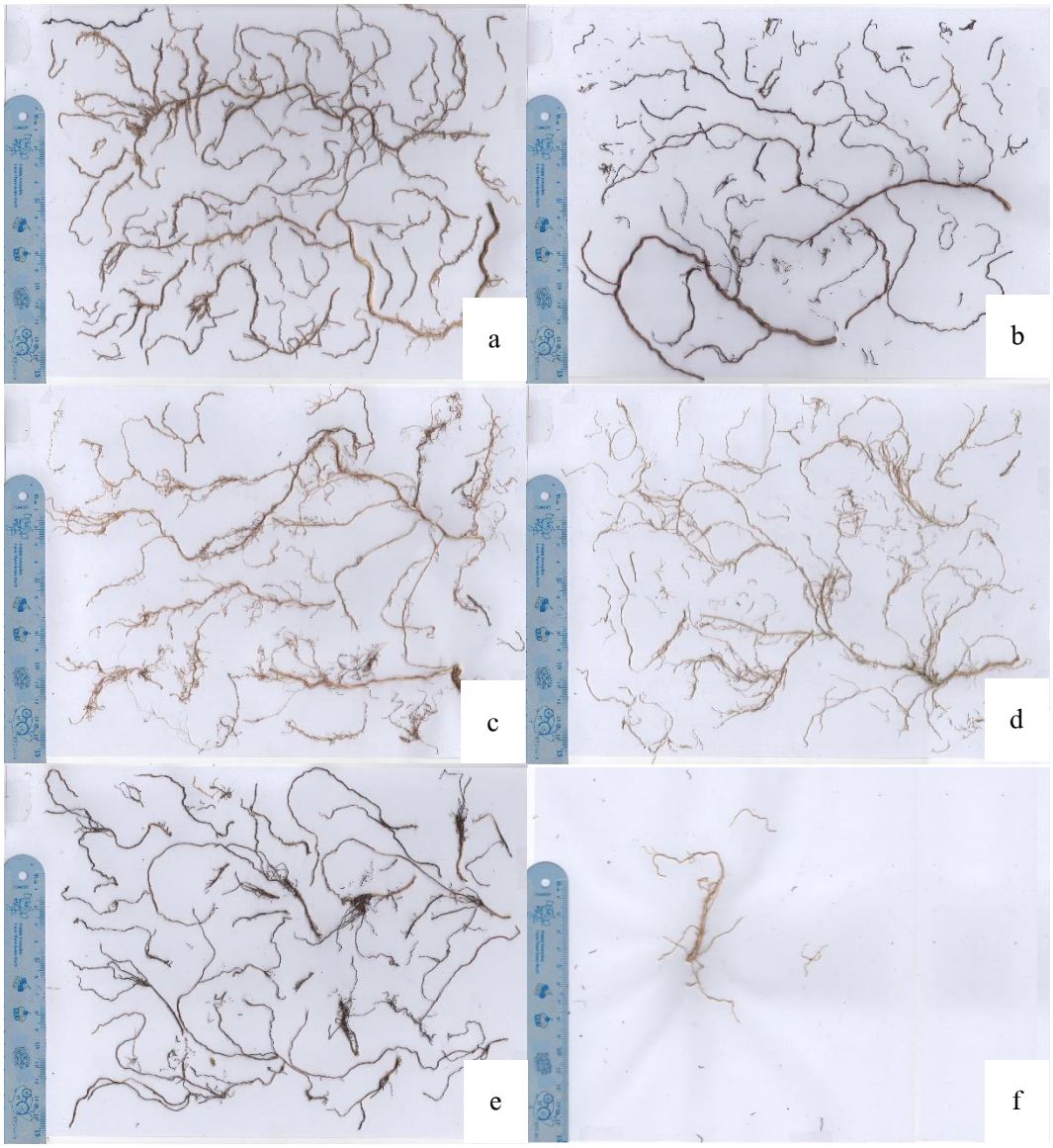


ภาพที่ 26 อัตราการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งของพืชร่วมปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต

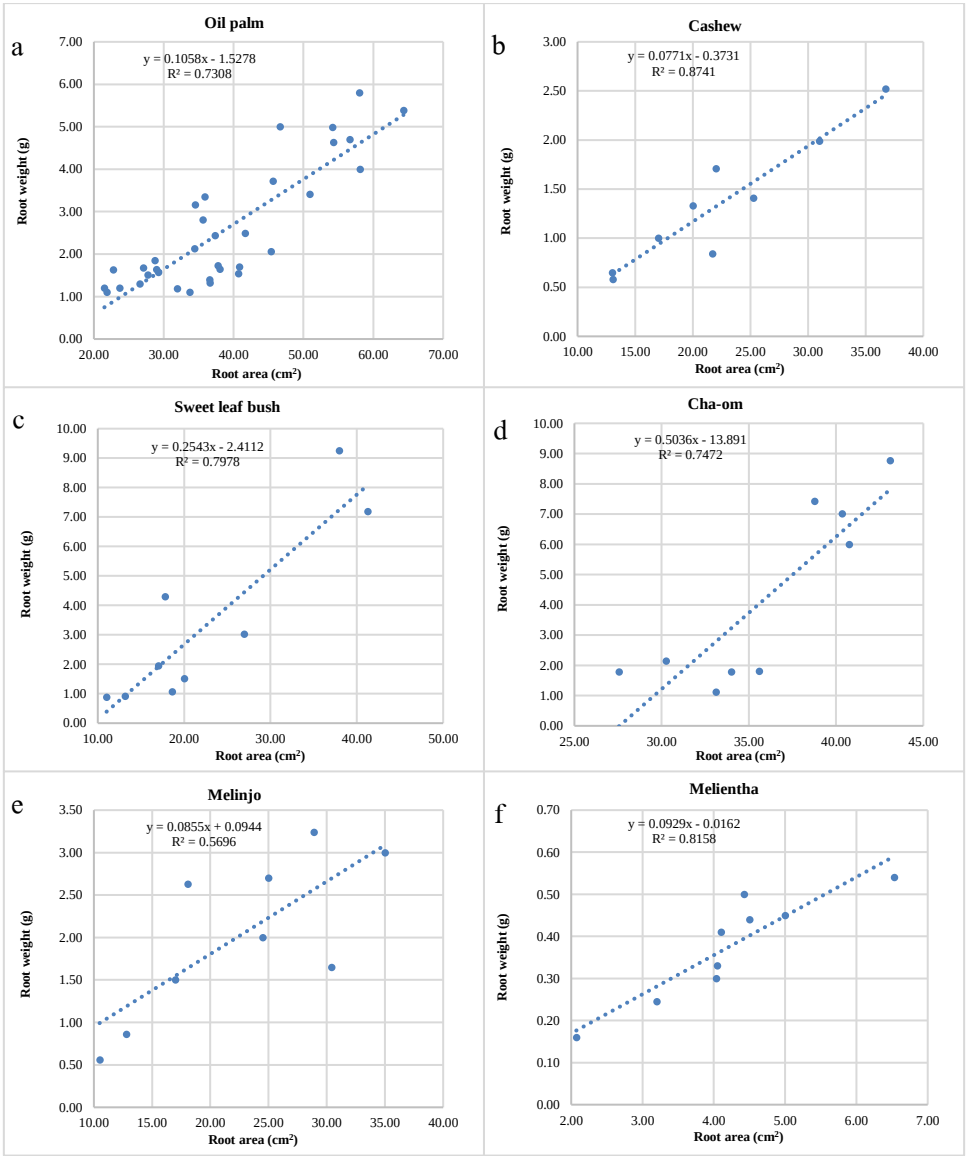
3.2.5 การเจริญเติบโตของรากปาล์มน้ำมันและพืชร่วม

ความสัมพันธ์ของพื้นที่ผิวและน้ำหนักของราก

ตัวอย่างรากของปาล์มน้ำมันและพืชร่วมจากการศึกษาที่ 1 ได้นำมาชั่งน้ำหนักและบันทึกภาพด้วยเครื่องสแกน ตัวอย่างภาพของรากปาล์มน้ำมันและพืชร่วมปาล์มน้ำมันแสดงในภาพที่ 27 ภาพรากที่ได้ถูกใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและพื้นที่ผิว (วิธีการหาพื้นที่ผิวของรากแสดงในภาคผนวก) โดยการสร้างสมการรีเกรสชันโดยให้พื้นที่ผิวของรากเป็นตัวแปรต้น (x) และน้ำหนักของรากเป็นตัวแปรตาม (y) ดังแสดงในภาพที่ 28 จากภาพแสดงให้เห็นสมการรีเกรสชันของรากปาล์มน้ำมัน คือ $y = 0.1058x - 1.5278$ ($R^2 = 0.7308$) สมการรีเกรสชันของรากมะม่วงหิมพานต์ คือ $y = 0.0771x - 0.3731$ ($R^2 = 0.8741$) สมการรีเกรสชันของรากผักหวานบ้าน คือ $y = 0.2543x - 2.4112$ ($R^2 = 0.7978$) สมการรีเกรสชันของรากชะอม คือ $y = 0.5036x - 13.891$ ($R^2 = 0.7472$) สมการรีเกรสชันของรากผักเหมียง คือ $y = 0.0855x + 0.0944$ ($R^2 = 0.5696$) และสมการรีเกรสชันของรากผักหวานป่า คือ $y = 0.0929x - 0.0162$ ($R^2 = 0.8158$) จากสมการพบว่ามีค่า R-square หรือ Coefficient of determination อยู่ระหว่าง 0.5696-0.8741 แสดงให้เห็นว่าสมการเหล่านี้มีความถูกต้องในการประเมินน้ำหนักรากจากพื้นที่ผิวรากอยู่ที่ 56.96-87.84 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 27 ลักษณะของราก ปาล์มน้ำมัน (a) มะม่วงหิมพานต์ (b) ผักหวานบ้าน (c) ชะอม (d) ผักเหมียง (e) และ ผักหวานป่า (f)



ภาพที่ 28 สมการรีเกรสชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวและน้ำหนักราก ปาล์มน้ำมัน (a) มะม่วงหิมพานต์ (b) ผักหวานบ้าน (c) ชะอม (d) ผักเหมียง (e) และผักหวานป่า (f)

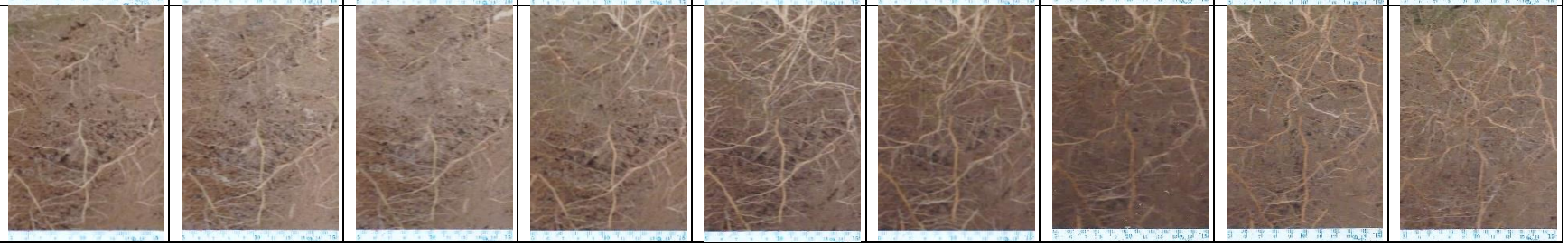
ปริมาณรากของปาล์มน้ำมันและพืชร่วม

ภาพสแกนรากของปาล์มน้ำมันและพืชร่วมตั้งแต่เดือนมกราคม-กันยายน พ.ศ. 2563 แสดงในภาพที่ 29 น้ำหนักรากของปาล์มน้ำมันและพืชร่วมแสดงในตารางที่ 58-59 จากการศึกษาพบว่าน้ำหนักของรากปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.01$ ในทั้ง 9 เดือนของการบันทึกข้อมูล คือ เดือนมกราคม – กันยายน พ.ศ. 2563 T1 หรือปาล์มน้ำมันที่ปลูกเชิงเดี่ยวมีน้ำหนักรากมากที่สุด ในทั้ง 9 เดือนของการบันทึกข้อมูล โดยมีน้ำหนักรากเท่ากับ 1.14±0.03 2.18±0.06 2.55±0.07 3.43±0.10 10.83±0.31 19.09±0.55 20.18±0.58 21.75±0.63 และ 24.47±0.71 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ

อัตราการเจริญเติบโตของรากปาล์มน้ำมันแสดงในภาพที่ 30 ปาล์มน้ำมันมีอัตราการเจริญของรากสูงที่สุดในช่วงเดือนเมษายน – พฤษภาคม และ เดือนพฤษภาคม – มิถุนายน พ.ศ. 2563 โดย T1 มีอัตราการการเจริญเติบโตของรากใน 2 ช่วงเดือนดังกล่าวมากที่สุด คือ 7.40±0.21 และ 8.26±0.24 กรัม/ตารางเมตร/เดือน ตามลำดับ

น้ำหนักรากของพืชร่วมปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.01$ ในทั้ง 9 เดือนของการบันทึกข้อมูล ผักหวานบ้านมีน้ำหนักรากมากที่สุด โดยมีน้ำหนักรากเท่ากับ 15.75±0.45 19.44±0.56 24.42±0.70 32.60±0.94 35.63±1.03 51.07±1.47 61.10±1.76 76.96±2.22 และ 87.36±2.52 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ ในเดือนมกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2563 มะม่วงหิมพานต์มีน้ำหนักรากน้อยที่สุด คือ 1.11±0.03 1.39±0.04 และ 1.54±0.04 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ ในเดือนเมษายน – กันยายน พ.ศ. 2563 มะม่วงหิมพานต์และผักเหมียงมีน้ำหนักรากน้อยที่สุด โดยมะม่วงหิมพานต์มีน้ำหนักรากเท่ากับ 3.16±0.09 4.00±0.12 4.77±0.20 5.80±0.17 7.62±0.22 และ 7.89±0.23 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ และผักเหมียงมีน้ำหนักรากเท่ากับ 4.65±0.13 5.02±0.14 6.40±0.18 9.10±0.26 10.50±0.30 และ 12.13±0.35 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ

อัตราการเจริญเติบโตของรากพืชร่วมปาล์มน้ำมันแสดงในภาพที่ 31 ชะอมมีอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงที่สุดในช่วงเดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ และ เมษายน – พฤษภาคม พ.ศ. 2563 โดยมีอัตราการเจริญเติบโตของเท่ากับ 6.41±0.19 และ 4.28±0.12 กรัม/ตารางเมตร/เดือน ตามลำดับ ผักหวานบ้านมีอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงที่สุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม มีนาคม – เมษายน พฤษภาคม – มิถุนายน มิถุนายน – กรกฎาคม กรกฎาคม – สิงหาคม และ สิงหาคม – กันยายน พ.ศ. 2563 โดยมีอัตราการเจริญเติบโตของรากเท่ากับ 4.97±0.14 8.18±0.24 15.44±0.45 10.04±0.29 15.85±0.46 และ 10.41±0.30 กรัม/ตารางเมตร/เดือน ตามลำดับ

	Jan 2020	Feb2020	Mar 2020	Apr 2020	May 2020	Jun 2020	Jul 2020	Aug 2020	Sep 2020
T 1									
T 2									
T 3									

ภาพที่ 29 ภาพสแกนรากของปาล์มน้ำมันและพืชร่วม

	Jan 2020	Feb2020	Mar 2020	Apr 2020	May 2020	Jun 2020	Jul 2020	Aug 2020	Sep 2020
T 4									
T 5									
T 6									

ภาพที่ 29 (ต่อ) ภาพสแกนรากของปาล์มน้ำมันและพืชร่วม

ตารางที่ 58 น้ำหนักรากของปาล์มน้ำมัน

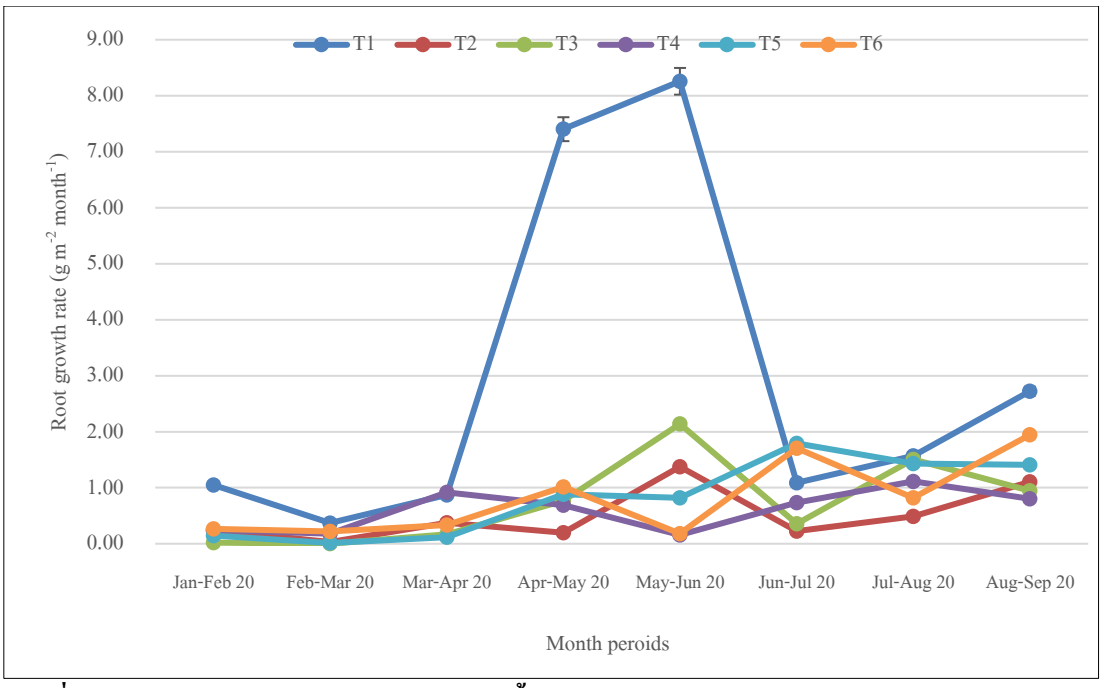
Treatments	Root weight of oil palm (g m^{-2})								
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
T1	1.14^{a}±0.03	2.18^{a}±0.06	2.55^{a}±0.07	3.43^{a}±0.10	10.83^{a}±0.31	19.09^{a}±0.55	20.18^{a}±0.58	21.75^{a}±0.63	24.47^{a}±0.71
T2	0.33^{d}±0.01	0.58^{cd}±0.02	0.61^{d}±0.02	0.98^{c}±0.03	1.18^{d}±0.03	2.55^{c}±0.07	2.78^{c}±0.08	3.27^{d}±0.09	4.37^{d}±0.13
T3	0.62^{c}±0.02	0.64^{c}±0.02	0.64^{d}±0.02	0.81^{c}±0.02	1.57^{cd}±0.05	3.71^{b}±0.11	4.07^{b}±0.12	5.57^{bc}±0.16	6.52^{bc}±0.19
T4	0.39^{d}±0.01	0.63^{c}±0.02	0.81^{bc}±0.02	1.73^{b}±0.05	2.42^{b}±0.07	2.58^{c}±0.07	3.31^{bc}±0.10	4.42^{cd}±0.13	5.22^{cd}±0.15
T5	0.73^{b}±0.02	0.87^{b}±0.03	0.89^{b}±0.03	1.00^{c}±0.03	1.88^{bc}±0.05	2.70^{bc}±0.08	4.49^{b}±0.13	5.93^{b}±0.17	7.33^{b}±0.21
T6	0.22^{e}±0.01	0.48^{d}±0.01	0.70^{cd}±0.02	1.03^{c}±0.03	2.05^{bc}±0.06	2.23^{c}±0.06	3.93^{bc}±0.11	4.75^{bc}±0.14	6.70^{bc}±0.19
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV	5.67	5.97	6.00	5.85	7.13	7.49	6.91	6.52	6.28

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

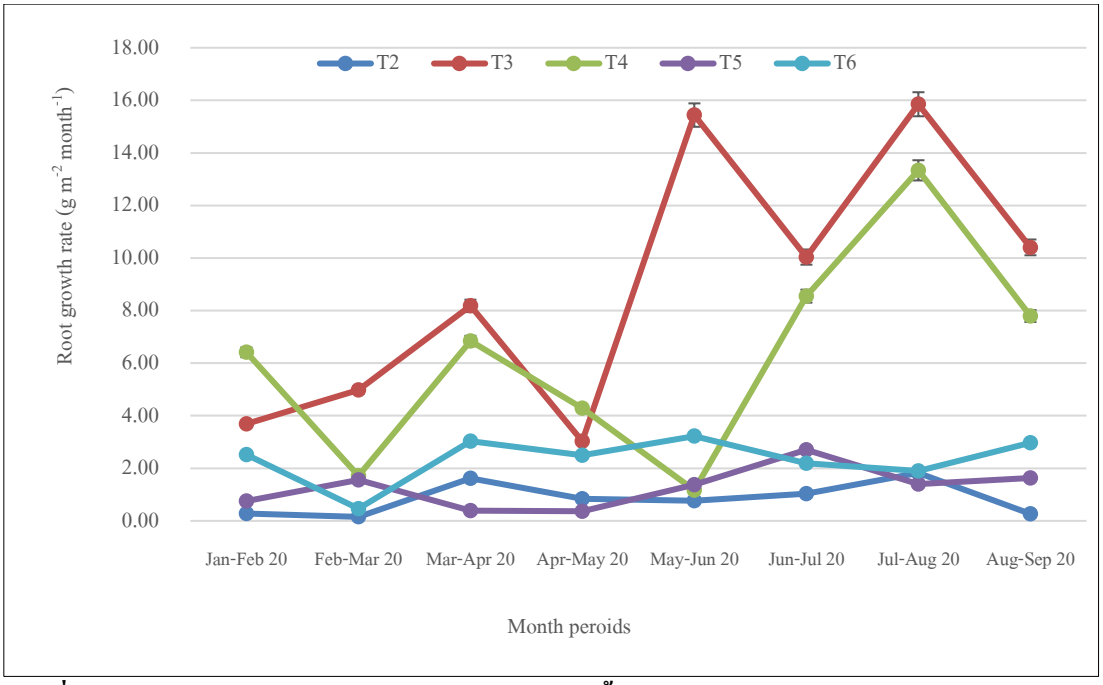
ตารางที่ 59 น้ำหนักรากของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Root weight of intercropped plants (g m^{-2})								
	Jan	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Aug**	**Sep**
T2	1.11^{d}±0.03	1.39^{d}±0.04	1.54^{e}±0.04	3.16^{d}±0.09	4.00^{d}±0.12	4.77^{d}±0.20	5.80^{d}±0.17	7.62^{d}±0.22	7.89^{d}±0.23
T3	15.75^{a}±0.45	19.44^{a}±0.56	24.42^{a}±0.70	32.60^{a}±0.94	35.63^{a}±1.03	51.07^{a}±1.47	61.10^{a}±1.76	76.96^{a}±2.22	87.36^{a}±2.52
T4	11.09^{b}±0.32	17.50^{b}±0.51	19.21^{b}±0.55	26.05^{b}±0.75	30.33^{b}±0.88	31.50^{b}±0.91	40.05^{b}±1.16	53.39^{b}±1.54	61.18^{b}±1.77
T5	1.96^{d}±0.06	2.71^{d}±0.08	4.27^{d}±0.12	4.65^{d}±0.13	5.02^{d}±0.14	6.40^{d}±0.18	9.10^{d}±0.26	10.50^{d}±0.30	12.13^{d}±0.35
T6	8.28^{c}±0.24	10.81^{c}±0.31	11.27^{c}±0.33	14.30^{c}±0.41	16.79^{c}±0.48	20.01^{c}±0.58	22.21^{c}±0.64	24.10^{c}±0.70	27.07^{c}±0.78
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV	6.17	6.14	6.14	6.16	6.11	6.27	6.24	6.32	6.34

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.



ภาพที่ 30 อัตราการเจริญเติบโตของรากปาล์มน้ำมัน

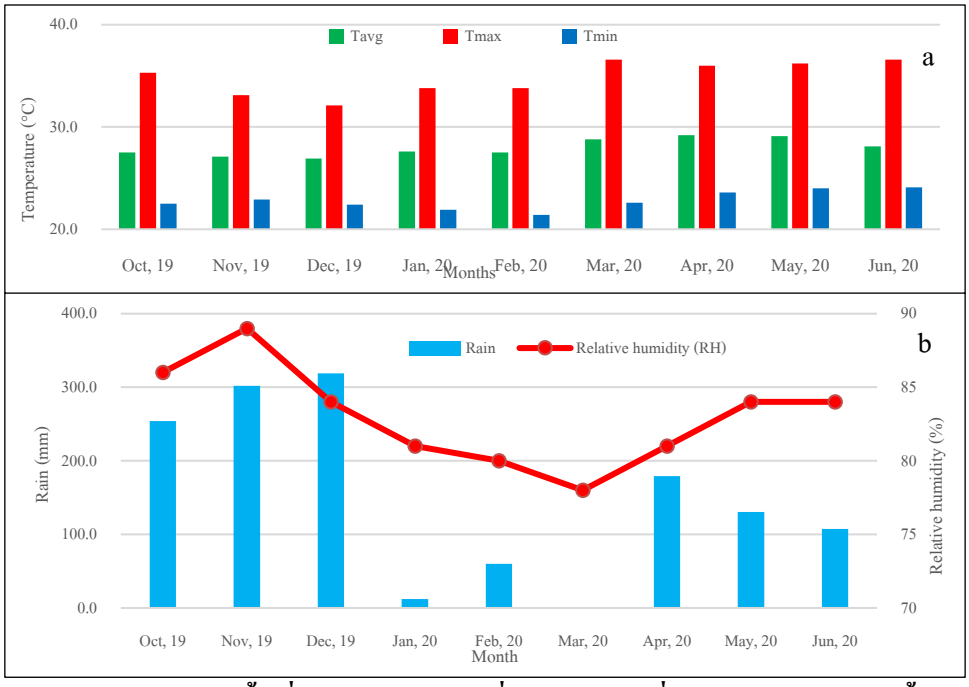


ภาพที่ 31 อัตราการเจริญเติบโตของรากพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

3.3 การศึกษาที่ 3 ผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มไม้ยืนต้นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต

3.3.1 สภาพอากาศและดิน

สภาพอากาศในพื้นที่ศึกษาแสดงในภาพที่ 32 พื้นที่ศึกษามีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 26.9-29.2 องศาเซลเซียส เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 อุณหภูมิสูงสุดคือ 36.6 องศาเซลเซียส เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 มีอุณหภูมิต่ำสุด คือ 21.4 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนมีค่าอยู่ในช่วง 1.2-319 มิลลิเมตรต่อเดือน โดยเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าอยู่ในช่วง 78-89 เปอร์เซ็นต์ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 มีความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด และเดือนมีนาคมมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด ดินที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร มีค่า pH เท่ากับ 6.0 อินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์ ความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวกเท่ากับ 12 โมล/กิโลกรัม ไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 20.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 0.25 เซนติโมล/กิโลกรัม



ภาพที่ 32 สภาพอากาศของพื้นที่ศึกษา อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด (a) และปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ (b)

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก กรมอุตุนิยมวิทยา (2563)

3.3.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมัน

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงลำต้น จำนวนช่อดอกเพศผู้ จำนวนช่อดอกเพศเมีย (ทะลาย) และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล คือ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 เดือนกุมภาพันธ์และมิถุนายน พ.ศ. 2563 แสดงในตารางที่ 60 จากการศึกษาพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ความสูงลำต้น และจำนวนช่อดอกเพศผู้ในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมีค่าระหว่าง 65.00±7.07-79.55±8.50 เซนติเมตร ความสูงลำต้นของทั้ง 3 เดือนมีค่าอยู่ในช่วง 5.00±0.00-6.04±0.31 6.00±0.49-6.64±0.24 และ 6.50±0.67-7.57±0.19 เมตร ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของความสูงลำต้นของทั้ง 3 เดือน อยู่ในช่วง 5.92±0.35-6.75±0.19 เมตร จำนวนช่อดอกเพศผู้ของทั้ง 3 เดือน มีค่าอยู่ในช่วง 0.50±0.71-2.50±0.12 0.00±0.00-1.14±0.21 และ 0.00±0.00-0.86±0.21 ช่อ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของช่อดอกเพศผู้ของทั้ง 3 เดือนอยู่ในช่วง 0.17±0.24-1.33±1.00 ช่อ

จำนวนช่อดอกเพศเมียมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$ ใน 2 เดือนแรกของการบันทึกข้อมูล ส่วนจำนวนช่อดอกเพศเมียในเดือนที่ 3 และจำนวนช่อดอกเพศเมียเฉลี่ยของทั้ง 3 เดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในเดือนแรกและเดือนที่ 2 ของการบันทึกข้อมูล Palm-E มีจำนวนช่อดอกเพศเมียสูงที่สุด คือ 6.00±0.00 และ 6.00±1.41 ช่อ ตามลำดับ ส่วน Palm-G มีจำนวนช่อดอกเพศเมียน้อยที่สุด คือ 1.50±0.71 และ 0.50±0.07 ช่อ ตามลำดับในเดือนที่ 3 ของการบันทึกข้อมูล จำนวนช่อดอกเพศเมียมีค่าอยู่ในช่วง 4.00±2.34-8.00±2.94 ช่อ ค่าเฉลี่ยของจำนวนช่อดอกเพศเมียของทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูลอยู่ในช่วง 2.67±0.94-6.00±0.47 ช่อ

อัตราส่วนเพศมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$ ในเดือนที่ 2 ของการบันทึกข้อมูล ส่วนอัตราส่วนเพศในเดือนแรก และเดือนที่ 3 และอัตราส่วนเพศเฉลี่ยของทั้ง 3 เดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในเดือนแรกของการบันทึกข้อมูล อัตราส่วนเพศมีค่าอยู่ในช่วง 0.63±0.17-0.89±0.19 ในเดือนที่ 2 ของการบันทึกข้อมูล Palm-F มีอัตราส่วนเพศสูงที่สุด คือ 1.00±0.00 ส่วน Palm-G มีอัตราส่วนเพศน้อยที่สุด คือ 0.50±0.07 ในเดือนที่ 3 ของการบันทึกข้อมูล อัตราส่วนเพศมีค่าอยู่ในช่วง 0.88±0.16-1.00±0.02 โดยค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนเพศของทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูลอยู่ในช่วง 0.76±0.16-0.96±0.07

ตารางที่ 60 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงลำต้น จำนวนช่อดอกเพศผู้ จำนวนช่อดอกเพศเมีย (ทะลาย) และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Plant diameter (cm)	Plant height (m)				Number of male inflorescences			
		Oct 2019	Feb 2020	Jun 2020	Average	Oct 2019	Feb 2020	Jun 2020	Average
Palm	75.63±5.63	5.81±0.37	6.38±0.23	7.13±0.35	6.44±0.29	1.13±0.46	0.13±0.05	0.38±0.06	0.54±0.59
Palm-A	72.00±4.47	5.86±0.35	6.40±0.42	7.20±0.27	6.49±0.33	1.40±0.67	0.40±0.09	0.40±0.09	0.73±0.60
Palm-B	76.69±6.39	5.73±0.47	6.26±0.46	7.02±0.56	6.33±0.47	1.77±0.88	0.48±0.09	0.72±0.05	0.99±0.81
Palm-C	72.14±8.59	6.04±0.31	6.64±0.24	7.57±0.19	6.75±0.19	2.00±0.29	1.14±0.21	0.86±0.21	1.33±1.00
Palm-D	73.75±11.09	5.75±0.65	6.25±0.65	7.13±0.63	6.38±0.63	1.25±0.89	0.50±0.00	0.00±0.00	0.58±0.69
Palm-E	70.00±7.07	5.00±0.00	6.00±0.71	6.75±0.35	5.92±0.35	2.50±0.12	0.50±0.07	0.50±0.01	1.17±0.71
Palm-F	73.57±6.90	5.91±0.27	6.21±0.27	7.00±0.29	6.38±0.24	0.71±0.25	0.00±0.00	0.14±0.08	0.29±0.49
Palm-G	65.00±7.07	5.75±0.35	6.50±0.71	7.25±1.06	6.50±0.71	0.50±0.71	0.00±0.00	0.00±0.00	0.17±0.24
F-test	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
CV	**8.87**	**7.69**	**6.96**	**7.23**	**6.88**	**109.66**	**174.37**	**166.94**	**87.22**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 60 (ต่อ) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงลำต้น จำนวนช่อดอกเพศผู้ จำนวนช่อดอกเพศเมีย (ทะลาย) และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมัน

Treatments	Number of female inflorescences				Sex ratio			
	Oct 2019	Feb 2020	Jun 2020	Average	Oct 2019	Feb 2020	Jun 2020	Average
Palm	3.25^{ab}±0.38	5.13^{a}±2.75	7.00±2.83	5.13±0.64	0.67±0.38	0.86^{ab}±0.35	0.97±0.09	0.83±0.19
Palm-A	4.20^{ab}±2.17	5.40^{a}±3.13	6.00±1.41	5.20±1.43	0.83±0.18	0.76^{ab}±0.43	0.94±0.13	0.84±0.11
Palm-B	3.55^{ab}±2.62	5.25^{a}±2.65	6.46±2.73	5.09±1.57	0.64±0.35	0.87^{ab}±0.25	0.87±0.22	0.79±0.17
Palm-C	3.43^{ab}±1.40	5.57^{a}±3.74	6.00±2.16	5.00±1.22	0.63±0.17	0.76^{ab}±0.27	0.88±0.16	0.76±0.16
Palm-D	4.50^{ab}±1.91	5.25^{a}±2.87	8.00±2.94	5.92±1.26	0.78±0.31	0.93^{a}±0.14	1.00±0.00	0.90±0.11
Palm-E	6.00^{a}±0.00	6.00^{a}±1.41	6.00±0.00	6.00±0.47	0.73±0.18	0.92^{a}±0.12	0.93±0.10	0.86±0.05
Palm-F	5.71^{a}±1.70	4.43^{a}±2.64	6.71±3.86	5.62±1.01	0.89±0.19	1.00^{a}±0.00	0.99±0.04	0.96±0.07
Palm-G	1.50^{b}±0.71	0.50^{b}±0.07	6.00±2.83	2.67±0.94	0.83±0.24	0.50^{b}±0.07	1.00±0.00	0.78±0.31
F-test	*	*	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV	**64.42**	**53.57**	**42.17**	**27.94**	**47.57**	**31.08**	**21.24**	**20.21**

The values are mean ± standard error. ns: Not significantly different, *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

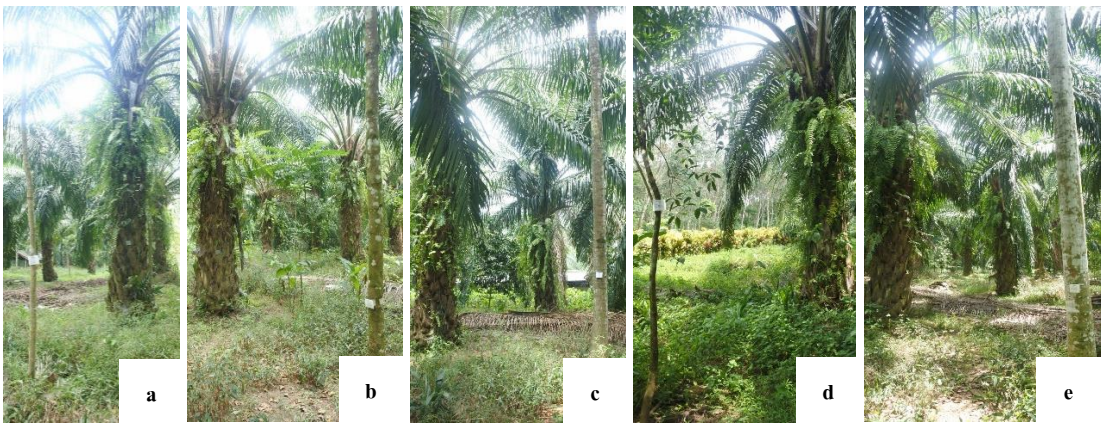
3.3.3 การเจริญเติบโตของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

ลักษณะของปาล์มน้ำมันกับพืชร่วมบางชนิดแสดงในภาพที่ 33 ความสูงของต้นและเส้นรอบวงลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมันของทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล คือ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 เดือนกุมภาพันธ์และมิถุนายน พ.ศ. 2563 แสดงในตารางที่ 61 ในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล *M. champaca* มีความสูงของต้นมากที่สุด คือ 15.83±4.62 18.83±2.99 และ 19.83±3.20 เมตร ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับความสูงของ *S. macrophylla* (13.67±3.61 13.87±1.94 และ 13.92±1.72 เมตร ตามลำดับ) *A. excelsa* (13.00±3.45 14.00±1.55 และ 15.00±3.25 เมตร ตามลำดับ) และ *M. ferrea* (9.50±2.12 11.00±1.41 และ 12.00±1.41 เมตร ตามลำดับ)

ในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล *A. excelsa* มีเส้นรอบวงลำต้นมากที่สุด คือ 84.90±4.90 90.00±3.00 และ 93.20±3.20 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับเส้นรอบวงลำต้นของ *S. macrophylla* (54.55±8.11 58.92±9.82 และ 60.70±10.54 เซนติเมตร ตามลำดับ) และ *A. excelsa* (74.90±14.27 80.83±16.23 และ 83.30±15.16 เซนติเมตร ตามลำดับ)

อัตราการเจริญเติบโตของความสูงและเส้นรอบวงลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมันในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 และ เดือนกุมภาพันธ์ – มิถุนายน พ.ศ. 2563 แสดงในตารางที่ 62 ในช่วงเดือนแรกถึงเดือนที่ 2 และ เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 3 ของการบันทึกข้อมูล *M. champaca* มีอัตราการเจริญเติบโตของความสูงมากที่สุด คือ 55.00±8.74 และ 35.00±7.91 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับอัตราการเจริญเติบโตของความสูงของ *S. macrophylla* (29.17±9.21 และ 18.75±6.85 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ) *A. excelsa* (25.00±3.56 และ 25.00±4.25 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ) และ *M. ferrea* (37.50±7.68 และ 29.00±5.00 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ)

ในช่วงเดือนแรกถึงเดือนที่ 2 และ เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 3 ของการบันทึกข้อมูล *A. excelsa* มีอัตราการเจริญเติบโตของเส้นรอบวงลำต้นมากที่สุด คือ 2.03±0.15 และ 1.05±0.11 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับอัตราการเจริญเติบโตของเส้นรอบวงลำต้นของ *S. macrophylla* (1.09±0.85 และ 0.45±0.30 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ) และ *M. champaca* (1.48±0.85 และ 0.92±0.42 เซนติเมตร/เดือน ตามลำดับ)



ภาพที่ 33 ปาล์มน้ำมันอายุ 12 ปี ปลูกร่วมกับหลุมพอ (*I. palembanica*) (a) ตะเคียนทอง (*H. odorata*) (b) มะฮ็อกกานี (*S. macrophylla*) (c) ตำเสา (*T. wallichiana*) (d) และจำปาป่า (*M. champaca*) (e)

ตารางที่ 61 ความสูงของต้นและเส้นรอบวงลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Plant height (m)			Stem perimeter (cm)		
	Oct 2019	Feb 2020	Jun 2020	Oct 2019	Feb 2020	Jun 2020
A	7.83^{b}±2.84	8.67^{b}±3.06	9.33^{b}±3.01	20.60^{b}±9.20	21.17^{b}±9.17	21.87^{b}±8.81
B	5.81^{b}±4.33	6.54^{b}±4.80	7.16^{b}±5.02	22.19^{b}±22.15	22.54^{b}±18.41	23.03^{b}±18.88
C	13.67^{ab}±3.61	13.87^{ab}±1.94	13.92^{ab}±1.72	54.55^{ab}±8.11	58.92^{ab}±9.82	60.70^{ab}±10.54
D	5.83^{b}±1.61	6.33^{b}±1.61	6.93^{b}±1.29	23.10^{bc}±11.03	24.50^{b}±11.82	26.00^{bc}±11.09
E	13.00^{ab}±3.45	14.00^{ab}±1.55	15.00^{ab}±3.25	84.90^{a}±4.90	90.00^{a}±3.00	93.20^{a}±3.20
F	15.83^{a}±4.62	18.83^{a}±2.99	19.83^{a}±3.20	74.90^{a}±14.27	80.83^{a}±16.23	83.30^{a}±15.16
G	9.50^{ab}±2.12	11.00^{ab}±1.41	12.00^{ab}±1.41	21.40^{b}±9.33	22.50^{b}±10.61	23.10^{b}±11.17
F-test	**	**	**	**	**	**
CV	**57.76**	**55.07**	**53.03**	**59.15**	**61.83**	**58.11**

The values are mean ± standard error. ** Significantly different at $p < 0.01$: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

ตารางที่ 62 อัตราการเจริญเติบโตของความสูงและเส้นรอบวงลำต้นของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

Treatments	Growth rate of plant height (cm month^{-1})		Growth rate of stem perimeter (cm month^{-1})	
	Oct 2019-Feb 2020	Feb-Jun 2020	Oct 2019-Feb 2020	Feb-Jun 2020
A	20.83^{b}±7.22	16.67^{b}±7.22	0.14^{c}±0.03	0.18^{b}±0.09
B	18.14^{b}±7.57	15.57^{b}±9.86	0.42^{bc}±0.48	0.25^{b}±0.23
C	29.17^{ab}±9.21	18.75^{ab}±6.85	1.09^{abc}±0.85	0.45^{ab}±0.30
D	12.50^{b}±2.00	15.00^{b}±9.01	0.35^{bc}±0.22	0.38^{ab}±0.19
E	25.00^{ab}±3.56	25.00^{ab}±4.25	2.03^{a}±0.15	1.05^{a}±0.11
F	55.00^{a}±8.74	35.00^{a}±7.91	1.48^{ab}±0.85	0.92^{a}±0.42
G	37.50^{ab}±7.68	29.00^{a}±5.00	0.28^{bc}±0.32	0.15^{b}±0.14
F-test	**	**	**	*
CV	**127.02**	**56.28**	**97.04**	**86.35**

The values are mean ± standard error. *, ** Significantly different at $p < 0.05$ and 0.01, respectively: values with the same alphabetical superscript within the same column are not significantly different based on Duncan's multiple range test. CV is coefficient of variation.

บทที่ 4
วิจารณ์

4.1 ผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมัน

จากการศึกษาที่ 1 ลักษณะการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมัน ส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จากภาพที่ 16 แสดงให้เห็นว่ากล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกร่วมกับพืชต่าง ๆ (T2-T6) มีการพัฒนาของรากในระดับลึกมากกว่ากล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกเชิงเดี่ยว (T1) ที่การกระจายของรากส่วนใหญ่จะอยู่ในดินระดับบน ภายใต้การปลูกพืชร่วมระหว่างกล้าปาล์มน้ำมันกับพืชต่าง ๆ ในภาชนะปลูก ทำให้ปริมาณธาตุอาหารพืชมีจำกัด โดยเฉพาะที่ดินระดับบน เนื่องจากถูกใช้จากกล้าปาล์มน้ำมันและพืชร่วม ดังนั้นกล้าปาล์มน้ำมันจึงมีการปรับตัวโดยการเจริญของรากในระดับที่ลึกขึ้นเพื่อดูดน้ำและธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการในการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน (Rubio *et al.*, 2001) ปาล์มน้ำมันจะมีรากแรกที่งอกออกมาจากเมล็ดหลังจากที่มีการทำลายการพักตัว เรียกรากนี้ว่า Radicle ซึ่งรากนี้จะมีการเจริญสู่ดินในแนวเดียวกับแรงโน้มถ่วงของโลก ตรงบริเวณส่วนปลายของรากจะมีส่วนของหมวกราก (root cap) สำหรับป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับเซลล์ที่มีการแบ่งตัวตรงบริเวณปลายราก หลังจากนั้นแขนงของรากก็จะมีการพัฒนาต่อจากรากแรก โดยอาจแบ่งตามความยาวได้เป็น 3 ระดับ คือ รากสั้น รากกลาง และรากยาว ซึ่งมีความยาวไม่เกิน 1.5 10 และมากกว่า 10 เซนติเมตร ตามลำดับ (Jourdan *et al.*, 1995) รากของปาล์มน้ำมันอาจจำแนกตามอันดับของการงอก คือ รากอันดับที่ 1 (primary root) เป็นรากที่งอกออกจากส่วนโคนของลำต้น รากอันดับที่ 2 3 และ 4 (secondary, tertiary, and quaternary roots) เป็นรากที่มีจุดกำเนิดจากรากที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ โดยรากของปาล์มน้ำมันจะมีการเจริญเติบโตทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ (Jourdan and Ray, 1997) เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมันจากการศึกษาที่ 1 พบว่ามีความใกล้เคียงกับกล้าปาล์มน้ำมันจากการศึกษาอื่น ๆ Uwumarongie-Ilor และคณะ (2012) ศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันจากการตอบสนองต่อปุ๋ยอนินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์ จากการศึกษาพบว่า กล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นอยู่ในช่วง 0.95-1.11 เซนติเมตร (การศึกษานี้ 1.47-1.57 เซนติเมตร) และมีจำนวนใบอยู่ในช่วง 3.5-5.0 ใบ (การศึกษานี้ 2.67-3.33 ใบ) Khomphet และคณะ (2017) ศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลและลักษณะทางสัณฐานวิทยา จากการศึกษาพบว่ากล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน

ที่ใช้ในการศึกษา มีความสูงลำต้นอยู่ในช่วง 2.98-4.09 เซนติเมตร (การศึกษานี้ 8.33-9.00 เซนติเมตร) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นอยู่ในช่วง 1.10-1.39 (การศึกษานี้ 2.00-2.07 เซนติเมตร) ความยาวใบอยู่ในช่วง 35.50-44.83 เซนติเมตร (การศึกษานี้ 24.33-29.67 เซนติเมตร) ความกว้างใบอยู่ในช่วง 11.08-15.58 เซนติเมตร (การศึกษานี้ 8.33-9.50 เซนติเมตร) Mohidin และคณะ (2015) ศึกษาระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่เหมาะสมต่อกล้าปาล์มน้ำมัน หลังจากทำการทดลองได้ 182 วัน (ประมาณ 6 เดือน) กล้าปาล์มน้ำมันมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นอยู่ในช่วง 0.83-1.38 เซนติเมตร (การศึกษานี้ 4.03-5.00 เซนติเมตร) จำนวนใบอยู่ในช่วง 3.9-5.0 ใบ (การศึกษานี้ 5.00-6.33 ใบ) Hanum และคณะ (2017) ศึกษาการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารของกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้ทะลายปาล์มเปล่าเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูก จากการศึกษาพบว่า เมื่อเวลา 90 วันหลังปลูก กล้าปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน (ลำต้นและใบ) อยู่ในช่วง 0.22-0.81 กรัม (การศึกษานี้ 4.00-4.60 กรัม) และน้ำหนักแห้งของรากอยู่ในช่วง 0.08-0.96 กรัม (การศึกษานี้ 2.15-3.20 กรัม) Seman และคณะ (2018) ศึกษาผลของส่วนผสมในวัสดุปลูกต่อมวลชีวภาพของกล้าปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาพบว่าหลังปลูก 4 เดือน กล้าปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักสดของส่วนเหนือดินอยู่ในช่วง 60.00-100.00 กรัม (การศึกษานี้ 39.45-71.97 กรัม) กล้าปาล์มน้ำมันที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างหรือแตกต่างเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกล้าปาล์มน้ำมันจากการศึกษาอื่น ๆ ดังนั้นพืชร่วมปาล์มน้ำมันไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตต่อกล้าปาล์มน้ำมัน

4.2 ผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มพืชกินใบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและการพัฒนาของรากปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต

จากการศึกษาที่ 2 แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเจริญเติบโตส่วนใหญ่ของต้นปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ในทุก ๆ เดือนของการเก็บข้อมูล ดังนั้นพืชร่วมทั้ง 5 ชนิดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ ที่ทำการทดลองในปาล์มน้ำมันช่วงก่อนให้ผลผลิตและช่วงที่เริ่มให้ผลผลิต Putra และคณะ (2012) ศึกษาผลของการปลูกถั่วเหลืองและถั่วลิสงร่วมกับปาล์มน้ำมันอายุ 1 ปี พบว่าถั่วเหลืองและถั่วลิสงที่ปลูกร่วมปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างถั่วที่ไม่ได้ปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ยังพบว่าปาล์มน้ำมันที่มีถั่วเหลืองและถั่วลิสงเป็นพืชร่วมมีการเจริญเติบโตมากกว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกเชิงเดี่ยว Erhabor และ Filson (1999) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดินภายใต้การปลูกถั่วเหลือง (*Glycine max*)

ข้าวโพด (*Zea mays*) และเผือกร่วมกับปาล์มน้ำมันในช่วงเริ่มปลูกถึงอายุ 3 ปี จากการศึกษาพบว่าการปลูกพืชร่วมทั้งสามชนิดกับปาล์มน้ำมันไม่ทำให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลง ในขณะที่การปลูกเผือกร่วมปาล์มน้ำมันและการปลูกถั่วเหลืองกับเผือกร่วมกับปาล์มทำให้อินทรียวัตถุในดินลดลง 10-51 เปอร์เซ็นต์ การปลูกปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวและการปลูกถั่วเหลือง ข้าวโพดกับเผือกร่วมปาล์มน้ำมันทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดลดลง 50-70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการปลูกถั่วเหลืองร่วมปาล์มน้ำมันทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น 71 เปอร์เซ็นต์ Okyere และคณะ (2014) ศึกษาผลของการปลูกข้าวโพด มันสำปะหลังและกล้าย (plantain) ร่วมกับปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี หลังปลูกในแปลง พบว่าทั้งข้าวโพด มันสำปะหลังและกล้ายที่ปลูกร่วมปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการปลูกเชิงเดี่ยว และการปลูกพืชร่วมทั้งสามชนิดไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน Gawankar และคณะ (2018) ศึกษาการปลูกกล้วย สับปะรด และบุก (elephant foot yam) ร่วมกับปาล์มน้ำมันอายุ 3-4 ปี (เริ่มให้ผลผลิต) จากการบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 3 ปี (ค.ศ. 2014-2017) พบว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกร่วมกับพืชร่วมชนิดต่าง ๆ มีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 10.53 ตัน/เฮกตาร์ ในขณะที่ปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้มีการปลูกพืชร่วมมีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 7.64 ตัน/เฮกตาร์ นอกจากนี้ยังพบว่าภายใต้การปลูกพืชร่วมส่งผลค่า pH ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น Salako และคณะ (1995) ศึกษาผลของการปลูกเผือก (*Xanthosoma sagittiforum*) ร่วมกับปาล์มน้ำมันอายุ 5 และ 6 ปี หลังปลูกในแปลง ในสภาพที่มีการคลุมและไม่ได้คลุมด้วยฟาง จากการศึกษาพบว่าเผือกที่ปลูกร่วมปาล์มน้ำมันที่คลุมด้วยฟางให้ผลผลิตได้ 11.3 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าเผือกที่ไม่ได้คลุมด้วยฟาง คือ 7.5 ตัน/เฮกตาร์ เช่นเดียวกับปาล์มน้ำมันที่คลุมด้วยฟางให้ผลผลิต 12.9 ตัน/เฮกตาร์ซึ่งสูงกว่าผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้คลุมด้วยฟาง คือ 8.5 ตัน/เฮกตาร์ นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกเผือกร่วมกับปาล์มน้ำมันในอายุดังกล่าวไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตต่อปาล์มน้ำมัน

จากการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของรากในการศึกษาที่ 2 แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักของรากปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ในทุก ๆ เดือนของการบันทึกข้อมูล จากผลการวิเคราะห์รากแสดงให้เห็นว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกเชิงเดี่ยว (T1) มีรากมากกว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกพืชร่วมทุกชนิด (T2-T6) โดยสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นด้วย Niche partitioning hypothesis ซึ่งกล่าวถึงการแบ่งปันการใช้ทรัพยากรของสิ่งมีชีวิตชนิดที่มีการแข่งขันกัน เพื่อลดการแข่งขัน และเพิ่มอยู่ร่วมกันระหว่างชนิด (Isaac and Borden, 2019; Vacher *et al*., 2016) เมื่อปาล์มน้ำมันมีการปลูกพืชร่วม จะเกิดบริเวณที่มีการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ร่วมกัน พืชจะมีการแบ่งทรัพยากรตรงส่วนนี้เพื่อลดการแข่งขัน นอกจากนี้ปาล์มน้ำมันยังมีรากที่สามารถเจริญไปในแนวราบได้สูงสุด

25 เมตร และในแนวดิ่งลึกได้ถึง 6 เมตร (Jourdan and Ray, 1997) จึงทำให้ปาล์มน้ำมันสามารถดูดน้ำและธาตุอาหารจากบริเวณอื่นที่มีการแข่งขันน้อยกว่า

จากพืชร่วมทั้ง 5 ชนิดที่ใช้ในการศึกษาที่ 1 และ 2 พบว่า พืชร่วมทั้ง 5 ชนิดมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำในช่วงเดือนมกราคม – เมษายน พ.ศ. 2563 ซึ่งมีปริมาณน้ำฝน 24.4 29.6 0.0 และ 28.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีความชื้นดิน 5.28 6.34 3.53 และ 5.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในเดือนอื่น ๆ มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำฝน และความชื้นดิน มะม่วงหิมพานต์ ผักหวานบ้าน และชะอม เป็นพืชที่มีความเหมาะสมในการปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมันเนื่องจากมีการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตสูง และสามารถทนต่อสภาพอากาศร้อนได้โดยเฉพาะในช่วงเดือนมกราคม – เมษายน พ.ศ. 2563 ผักเหมียงมีอัตราการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตปานกลาง และแสดงอาการเหี่ยวในช่วงเดือนที่มีฝนน้อย ส่วนผักหวานป่ามีอัตราการเจริญเติบโตต่ำตลอดการศึกษา และให้ผลผลิตน้อย นอกจากนี้ยังไม่ทนทานต่อสภาพอากาศแล้งเช่นเดียวกับผักเหมียง ซึ่งหากต้องการปลูกผักเหมียงกับผักหวานป่าร่วมกับปาล์มน้ำมัน ควรทำการปลูกในช่วงที่ปาล์มน้ำมันมีการพัฒนาของใบเต็มพื้นที่และสามารถให้ร่มเงาได้ Roshetko และคณะ (2012) ศึกษาผลผลิตของพืชผักภายใต้ระดับความเข้มแสงที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่าผักหวานบ้านมีการเจริญเติบโตสูงสุดภายใต้แสงระดับกลาง (95-245*1000 lux) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผักหวานบ้านสามารถเจริญเติบโตภายใต้ทรงพุ่มของพืชที่มีแสงเข้มข้นระดับกลาง Pinyopusarerk (2019) รายงานว่าชะอมมีภาวะการอยู่อาศัยร่วมกันกับจุลินทรีย์ดินแบบ Symbiosis ที่บริเวณราก ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ช่วยในการตรึงไนโตรเจนในอากาศสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตของพืช และมีสารบางส่วนส่งให้กับพืชที่อยู่ข้างเคียง Abeysinghe และคณะ (2003) ศึกษาการปลูกมะม่วงหิมพานต์ร่วมกับพืชอาหารต่าง ๆ ได้แก่ ถั่วมะแฮะ (pigeon pea) ข้าวโพด ถั่วลิสง ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว และงา จากการศึกษาพบว่า พืชต่าง ๆ ที่ปลูกร่วมกับมะม่วงหิมพานต์มีการเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกับพืชที่ปลูกเชิงเดี่ยว นอกจากนี้มะม่วงหิมพานต์ที่มีการปลูกพืชร่วมยังมีประสิทธิภาพการใช้ที่ดินสูงกว่ามะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกเชิงเดี่ยว Famaye และ Adeyemi (2011) ศึกษาผลของการปลูกมะม่วงหิมพานต์ร่วมกับข้าวและกล้าย ต่อการเกิดขึ้นของวัชพืชและมวลชีวภาพของพืช จากการศึกษาพบว่า มะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกร่วมกับข้าวและกล้ายมีผลผลิตไม่แตกต่างกับมะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกเชิงเดี่ยว นอกจากนี้ยังพบว่า ภายใต้การปลูกพืชร่วมจะมีปริมาณและมวลชีวภาพของวัชพืชน้อยกว่าการปลูกเชิงเดี่ยว Manner และ Elevitch (2006) รายงานว่าผักเหมียงเป็นพืชที่ทนต่อสภาพร่มเงา และสามารถปลูกร่วมกับพืชอื่น ๆ ได้หลายชนิด เช่น *A. camansi* *Pandanus* spp. ทุเรียน (*Durio* spp.) เงาะ (*Nephelium lappaceum*) *Parkia* spp. เป็นต้น ระวี และคณะ (2553) ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตผักหวานป่าภายใต้สภาพร่มเงาของ

ต้นแค (*Sesbania grandiflora* L.) บริเวณจังหวัดสงขลา ทางภาคใต้ของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2550-2552 พบว่า ต้นผักหวานป่ามีการตอบสนองด้านสรีรวิทยา ได้แก่ อัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการคายน้ำ การชักนำการเปิดปากใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ อยู่ในสภาวะปกติ โดยในปีแรกมีอัตราความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เจริญได้ดีกว่าปีที่สอง ส่วนการพัฒนาการของพื้นที่ใบและความยาวยอดเริ่มคงที่เมื่ออายุ 21 วัน การผลิยอดใหม่มีมากช่วงเดือนมกราคม – เมษายน และ กันยายน – ตุลาคม โดยมีน้ำหนักผลผลิตสูงสุดเดือนมีนาคม คือ 205.51 กรัม/ต้น

4.3 ผลของการปลูกพืชร่วมกลุ่มไม้ยืนต้นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต

จากการศึกษาที่ 3 เป็นการศึกษาผลของพืชร่วมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันในระยะที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิต ซึ่งการศึกษาที่ 3 เป็นการช่วยลดข้อจำกัดเรื่องเวลาในการศึกษาผลกระทบในระยะยาวของปาล์มน้ำมันต่อพืชร่วม เนื่องจากแปลงปลูกปาล์มน้ำมันในการศึกษาที่ 3 ได้มีการปลูกพืชร่วมมานานกว่า 10 ปี จากการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตพบว่า ให้ผลสอดคล้องกับการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 คือ ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตได้อย่างปกติภายใต้การปลูกพืชร่วม อย่างไรก็ตามการศึกษาที่ 3 ให้ผลในทางตรงกันข้ามของการศึกษาของ Chia (2011) ซึ่งทำการศึกษาการปลูกต้นสัก (*Tectona grandis* L.) ร่วมกับปาล์มน้ำมัน จากผลการทดลองพบว่า ตั้งแต่ปีที่ 5 หลังจากที่มีการปลูกพืชร่วมปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักทะลายสดลดลง 6-8 ตัน/เฮกตาร์/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันที่ปลูกเชิงเดี่ยว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากใบของต้นสักร่วงไปปิดช่อดอกปาล์มน้ำมันในช่วงที่มีการผสมเกสร ส่งผลต่อการผสมเกสรและทำให้ด้วงงวงซึ่งเป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรทำการผสมเกสรได้ยากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกปาล์มน้ำมันร่วมกับต้นสักทำให้ขนาดทะลายเฉลี่ย (9.9 กิโลกรัม/ทะลาย) ลดลงเมื่อเทียบกับปาล์มน้ำมันที่ปลูกเชิงเดี่ยว (12.3 กิโลกรัม/ทะลาย) เนื่องจากกิ่งและทรงพุ่มของต้นสักมีผลต่อการกางของทางใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งการตัดแต่งกิ่งพืชร่วมหรือการคัดเลือกพืชร่วมที่มีทรงพุ่มขนาดเล็กอาจช่วยลดปัญหานี้ได้ ภายใต้การปลูกพืชร่วม พืชจะมีการเพิ่มสารต่าง ๆ ภายในดิน โดยเฉพาะสารอินทรีย์คาร์บอน (soil organic carbon: SOC) และ อินทรีย์ไนโตรเจน (soil organic nitrogen: SON) (Cong *et al.*, 2015a) ทั้งสารอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งมีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (Emmanuel *et al.*, 2018) การปลูกพืชร่วมทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความต้องการใช้ทรัพยากรที่แตกต่างกัน จากความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา ดังนั้นพืชจึงมีการแข่งขันภายในชนิดเดียวกัน (การปลูกพืชเชิงเดี่ยว) มากกว่าพืชต่างชนิดกัน (การปลูกพืชร่วม) (Vandermeer, 1992) นอกจากนี้ยังพบว่ามีพืชหลายชนิดมีความสามารถในการเปลี่ยนความเป็นกรด-เบส (pH) ในบริเวณราก ส่งผลให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชบางชนิด ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์กับพืช (Nasar *et al*., 2019) พืชตระกูลถั่วหลายชนิด เช่น ถั่วอัลฟัลฟา ถั่วพุ่ม ถั่วลูพิน ถั่วลูกไก่ สามารถหลั่งสารอินทรีย์ที่มีประจุลบออกสู่บริเวณรอบ ๆ รากส่งผลให้ pH ของดินลดลง ซึ่งมีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินและจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์มีปริมาณเพิ่มขึ้น (Giller, 1991)

4.4 ข้อเสนอแนะในการปลูกพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

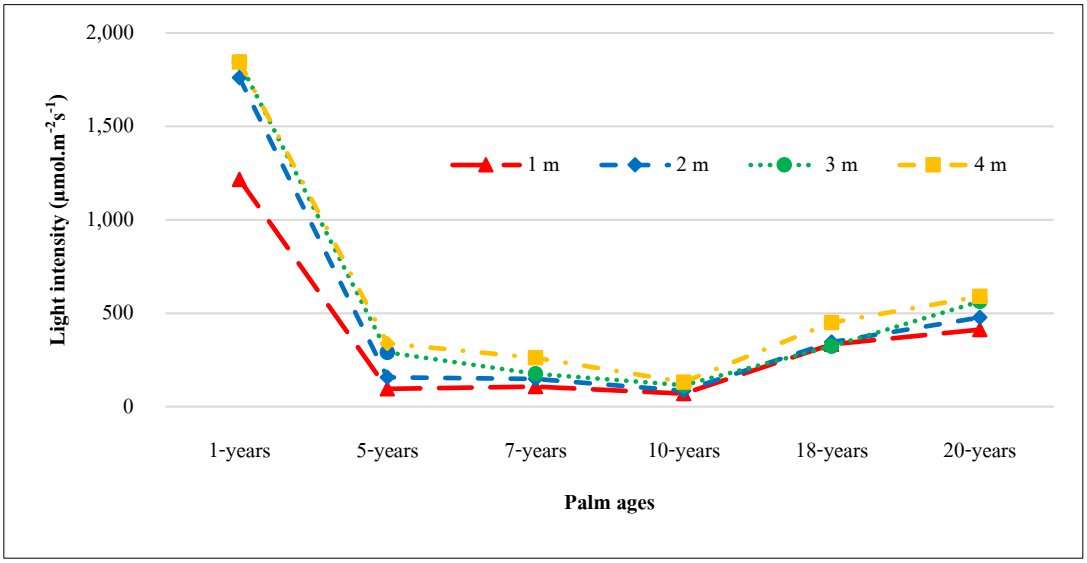
การเลือกปลูกพืชร่วมปาล์มน้ำมันจะต้องมีการพิจารณาตามความเหมาะสมในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมันและความต้องการในตลาด ซึ่งมีปัจจัยที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ความต้องการแสงของพืชร่วม แสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง พืชจะต้องได้รับแสงที่เหมาะสมทั้งปริมาณและคุณภาพ (Hopkins and Huner, 2009) จากการวัดความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมันในสถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต. คลองหอยโข่ง อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา โดยทำการบันทึกในปาล์มน้ำมัน 6 ช่วงอายุ คือ ปาล์มน้ำมันอายุ 1 5 6 10 18 และ 20 ปี แต่ละช่วงอายุมีการสุ่มเก็บข้อมูล 5 ต้น แต่ละต้นจะมีการบันทึกข้อมูลความเข้มแสงที่ระยะ 1 2 3 และ 4 เมตร จากต้น โดยแต่ละระยะทำการบันทึก 4 ซ้ำ การบันทึกข้อมูลแสงโดยใช้เครื่อง PAR meter จากการบันทึกข้อมูลพบว่าความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มปาล์มน้ำมันมีค่าอยู่ในช่วง 95.15 - 1,845.00 μmolm^{-2}s^{-1} ในช่วงปาล์มน้ำมันอายุ 1-10 ปี ความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มมีแนวโน้มลดลงตามการเพิ่มขึ้นของอายุปาล์มน้ำ โดยเฉพาะในปาล์มอายุ 1-5 ปี ความเข้มแสงจะลดลงมากกว่าปาล์มอายุ 5-10 ปี เนื่องจากการพัฒนาของทางใบที่มากขึ้นจนกระทั่งเต็มพื้นที่ปลูกจึงทำให้แสงส่องมาภายใต้ทรงพุ่มได้น้อยลง ในช่วงอายุ 10-20 ปี ปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 34) เนื่องมาจากการตัดแต่งทางใบที่มากขึ้นเมื่อปาล์มน้ำมันมีลำต้นสูงขึ้นเพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวทะลาย หรืออาจเกิดจากความสมบูรณ์ของทางใบจะน้อยลงเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้น ทำให้มีช่องว่างให้แสงส่องลงมาภายใต้ทรงพุ่มได้มากขึ้น ดังนั้นจึงอาจแบ่งพืชที่ปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมันได้ตามอายุของปาล์มน้ำมัน คือ

1) ปาล์มน้ำมันอายุแรกปลูกถึงประมาณ 3-5 ปี ทางใบปาล์มน้ำมันยังไม่เจริญเติบโตจนแผ่ปกคลุมเต็มพื้นที่ ดังนั้นในช่วงนี้จึงอาจมีการเลือกปลูกพืชร่วมที่ต้องการแสงมาก สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ก่อนที่ปาล์มน้ำมันจะมีการเจริญเติบโตของทางใบเต็มพื้นที่ปลูกและเป็นพืชที่ไม่มีความสูงมาก หรือทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ ซึ่งอาจบดบังแสงของปาล์มน้ำมัน

2) ปาล์มน้ำมันอายุ 5-10 ปี ในระยะนี้ทางใบปาล์มน้ำมันจะมีการแผ่กระจายเต็มพื้นที่ปลูก แสงที่ผ่านมาบริเวณภายใต้ทรงพุ่มจะน้อย เนื่องจากเกษตรกรมักจะเก็บทางใบที่รองทะลายไว้ประมาณ 2 ทางใบ รวมถึงในระยะนี้ต้นปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงไม่มากนัก ภายใต้ทรงพุ่มจึงมีลักษณะค่อนข้างแน่นทึบ ดังนั้นการปลูกพืชร่วมในระยะนี้ควรเป็นพืชที่เติบโตและให้ผลผลิตได้ดีภายใต้สภาพร่มเงา ควรเป็นพืชพุ่มเตี้ยที่มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าปาล์มน้ำมันเพราะจะได้ไม่บดบังแสงปาล์มน้ำมัน

3) ปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 10 ปี ในระยะนี้ปริมาณแสงภายใต้ทรงพุ่มปาล์มน้ำมันจะเพิ่มขึ้นจากช่วง 5-10 ปี เกษตรกรมักมีการเก็บทางใบที่รองทะลายไว้ประมาณ 1 ทางใบ และมีการตัดทางใบออกเมื่อเก็บเกี่ยวทะลาย เนื่องมาจากความสะดวกในการเก็บเกี่ยวทะลายซึ่งใช้เคียวด้ามยาวเป็นอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว การเลือกพืชร่วมในระยะนี้จะคล้ายกับในช่วงก่อนหน้า แต่พืชร่วมที่นำมาปลูกอาจมีความสูงของทรงพุ่มได้มากกว่าในช่วงก่อนหน้า



ภาพที่ 34 ความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มปาล์มน้ำมันที่ระยะ 1 2 3 และ 4 เมตร จากต้นปาล์มน้ำมัน

2. การเจริญเติบโตของรากปาล์มน้ำมันและพืชร่วม รากเป็นส่วนที่ซ่อนอยู่ใต้ดิน (hidden half) ของพืช (Böhm, 1979) การเจริญของรากพืชจะขึ้นอยู่ 2 ปัจจัยหลักคือ (1) ปัจจัยภายในหรือพันธุกรรม เป็นปัจจัยถูกควบคุมโดยยีนที่ทำให้พืชมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันผ่านการสร้างฮอร์โมนพืช โดยฮอร์โมนจะมีบทบาทให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของราก เช่น ในสภาวะขาดน้ำ จะมีการหลั่งฮอร์โมนที่กระตุ้นให้รากมีการเจริญเติบโตเพื่อหาน้ำ หรือมีการสะสมของสารภายในเซลล์ของรากเพิ่มขึ้น ทำให้เซลล์รากมีความเข้มข้นมากขึ้นส่งผลให้มีการดูดน้ำได้มากขึ้น เป็นต้น (Hopkins and Huner, 2009) (2) ปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยสภาพแวดล้อม เป็นปัจจัยที่ส่งผลในการยับยั้งหรือส่งเสริมในการเจริญเติบโตของราก เช่น รากพืชจะเจริญได้ดีในดินที่มีลักษณะไม่แน่นทึบเนื่องจากมีช่องว่างซึ่งเป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศมากกว่าดินที่มีลักษณะแน่นทึบ (Passioura, 1991) รากของพืชส่วนใหญ่จะชะงักการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะน้ำขัง เนื่องจากพืชขาดออกซิเจนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ของพืช (Weber, 2014) ในขณะที่พืชบางชนิด เช่น ปาล์มน้ำมัน จะมีการเจริญเติบโตของรากพิเศษที่เรียกว่า Pneumatophore ขึ้นมาเหนือระดับน้ำเพื่อรับเอาออกซิเจนเข้าไปใช้ในการหายใจ (Rivera-Mendes *et al*., 2016) เป็นต้น ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีระบบรากเป็นระบบรากฝอย โดยรากจะแบ่งออกเป็น 4 ระดับตามการแตกแขนง คือ รากระดับที่ 1 (primary root) รากระดับที่ 2 (secondary root) รากระดับที่ 3 (tertiary root) และรากระดับที่ 4 (quaternary root) โดยรากชุดที่ 1 มีจุดกำเนิดมาจากฐานของต้นที่อยู่ใต้ดินและมีการเจริญออกไปในแนวระดับและแนวดิ่งในปาล์มที่เจริญเติบโตเต็มที่ รากชุดนี้มีความยาวได้ถึง 6 เมตรในแนวดิ่งและ 25 เมตรในแนวระดับ ส่วนรากระดับที่ 2 3 และ 4 เป็นรากที่มีจุดกำเนิดมาจากรากระดับที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ (Jourdan and Rey, 1997) อย่างไรก็ตามคนส่วนใหญ่มักเข้าใจผิดว่ารากของปาล์มน้ำมันจะมีการเจริญออกทางด้านข้างเท่ากับทรงพุ่มเท่านั้น ซึ่งความเป็นจริงแล้วรากปาล์มน้ำมันอาจมีการเจริญเติบโตไปไกลกว่าทรงพุ่ม จากการศึกษาการเจริญของรากปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราอายุ 8 เดือน และ 2 ปี ภายในแปลงปลูกทดลองของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ พบว่ารากปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน มีการเจริญเติบโตทางด้านข้างในแนวระดับโดยวัดความยาวรากได้ประมาณ 2 เมตร ในขณะที่ทรงพุ่มมีรัศมีไม่เกิน 1 เมตร ส่วนปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี มีความยาวรากประมาณ 3-4 เมตร ในขณะที่ทรงพุ่มมีรัศมีประมาณ 2 เมตร (ภาพที่ 35) ดังนั้นการเลือกปลูกพืชร่วมในช่วงแรกปลูกถึง 3-5 ปี จึงต้องมีเว้นระยะห่างจากปาล์มน้ำมันให้เหมาะสม หากมีการปลูกพืชร่วมใกล้กับต้นปาล์มน้ำมันมากเกินไป รากของปาล์มน้ำมันอาจได้รับความเสียหายจากการขุดหรือการไถพรวนซึ่งส่งผลกระทบทำให้ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตมากกว่าปกติ ส่วนในปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 4 ปีขึ้นไป รากปาล์มน้ำมันจะมีการกระจายตัวเต็มพื้นที่ปลูก อย่างไรก็

ตามรากปาล์มน้ำมันจะมีความหนาแน่นลดลงเมื่อมีระยะห่างจากต้นเพิ่มขึ้น โดยบริเวณใกล้กับลำต้นจะพบรากขนาดใหญ่มากกว่ารากขนาดเล็ก ส่วนรากขนาดเล็กซึ่งเป็นรากที่ทำหน้าที่หลักในการดูดน้ำและธาตุอาหารจะไม่มีความแตกต่างกันตามระยะห่างจากต้น (Putri, 2015) ดังนั้นการปลูกพืชร่วมในปาล์มอายุมากกว่า 4 ปีขึ้นไปจึงควรทำการปลูกให้ห่างจากลำต้นปาล์มมากที่สุด และควรใช้การขุดหลุมปลูกแทนการไถพรวนเนื่องจากจะทำให้รากเกิดความเสียหายได้น้อยกว่า

ภาพที่ 35 การแผ่ขยายของรากปาล์มน้ำมันที่ผิวดินในแนวระนาบ ปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน (a) และ 2 ปี (b)

3. ปริมาณน้ำและธาตุอาหารที่พืชได้รับ น้ำและธาตุอาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช (Hopkins and Huner, 2009) ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชที่ต้องการน้ำสูงและไม่ชอบที่น้ำท่วมขัง พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันควรมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตร/ปี (ธีระ, 2554) ธาตุอาหารหลักที่ปาล์มน้ำมันต้องการมี 5 ชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโบรอน (ธีระ และ ธีระพงศ์, 2558) ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อปาล์มน้ำมันในช่วงให้ผลผลิต คือ ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) 0.12-0.15% ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P) 250-350 $\mu g.g^{-1}$ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) 25-40 $\mu g.g^{-1}$ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) 0.20-0.25 $cmol.kg^{-1}$ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) 0.20-0.05 $cmol.kg^{-1}$ (Goh, 2004) นอกจากนี้การเติมปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมียังมีความสำคัญในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน (Haron *et al*., 2015) เมื่อการปลูกพืชร่วมในสวนปาล์มน้ำมันความต้องการน้ำและธาตุอาหารจะ

เพิ่มขึ้น จึงต้องมีการจัดการน้ำและธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการทั้งปาล์มน้ำมันและพืชร่วม ภาพที่ 36a แสดงการปลูกปาล์มน้ำมันอายุประมาณ 10 ปี ร่วมกับเตยหอม และ ภาพที่ 36b แสดงการปลูกปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปีร่วมกับกระท้อนปุยฝ้าย มะนาว กล้วย และบอน ทั้งสองแปลงเป็นของเกษตรกรใน ต. คลองน้อย อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี จากภาพเห็นได้ว่าแปลงทั้งสองได้มีการขุดร่องสวนเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงแล้ง ทำให้มีน้ำเพียงพอต่อความต้องการของปาล์มน้ำมันและพืชร่วม จากการสอบถามยังพบว่าเกษตรกรเจ้าของสวนมีการจัดการปุ๋ยตามปริมาณธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันต้องการโดยเปรียบเทียบจากการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน และมีการเพิ่มเติมปุ๋ยบางส่วนตามความต้องการของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน

ภาพที่ 36 ปาล์มน้ำมันที่มีการปลูกพืชร่วม ปลูกร่วมกับต้นเตยหอม (a) ปลูกร่วมกับกระท้อน กล้วย และบอน (b)

4. ความสะดวกในการดูแลรักษา พืชแต่ละชนิดจะมีการดูแลรักษาและการจัดการที่แตกต่างกัน ในการเลือกพืชร่วมปาล์มน้ำมันจึงควรเลือกพืชที่ง่ายต่อการดูแลรักษาและการจัดการ เช่น ในบางพื้นที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย และอยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำ ดังนั้นการเลือกพืชร่วมจะต้องเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโต ให้ผลผลิต และอยู่รอดได้โดยไม่ต้องมีการติดตั้งระบบน้ำ ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น หรือไม่ควรเลือกปลูกพืชร่วมที่ต้องใช้แรงงานในการดูแลมากในพื้นที่ที่ขาดแคลนแรงงาน หรือแรงงานมีราคาสูง เป็นต้น ภาพที่ 37 แสดงการปลูกปาล์มน้ำมันร่วมกับไม้ยืนต้นของเกษตรกรใน ต.ลำสินธุ์ อ.ศรีนครินทร์ จ.พัทลุง โดยหนึ่งเหตุผลในการเลือกปลูกไม้ยืนต้นของเกษตรกรรายนี้คือความสะดวกในการดูแลรักษา ไม้ยืนต้นที่เลือกปลูกสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ปลูกดังกล่าวเนื่องจากมีสภาพอากาศที่เหมาะสม มีความทนทานต่อโรคและแมลง ใช้แรงงานในการดูแลรักษาน้อย และสามารถให้ปุ๋ยพร้อมกันกับการให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้เกษตรกรรายนี้ยังอยู่ในพื้นที่ใกล้กับแหล่งกล้าพันธุ์ไม้ของหน่วยงานทางภาครัฐ

ภาพที่ 37 ปาล์มน้ำมันปลูกร่วมกับไม้ยืนต้น ปลูกร่วมกับตะเคียนทอง (a) และสะเดาช้าง (b)

5. ราคาผลผลิตพืชร่วม ราคาผลผลิตพืชมักมีการปรับขึ้นลงในรอบปีอยู่เสมอ ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาดและผู้บริโภค หรือตามปริมาณผลผลิตที่ออกสู่ตลาด ในช่วงเทศกาลซึ่งเป็นช่วงที่ผลผลิตทางการเกษตรเป็นที่ต้องการมากหรือในช่วงที่ผลผลิตออกสู่ตลาดน้อย มักเป็นช่วงที่ราคาผลผลิตจะเพิ่มขึ้นสูง ส่วนในช่วงที่ผลผลิตมีการออกสู่ตลาดมาก ราคามักจะลดต่ำลง ดังนั้นผู้ปลูกพืชร่วมจึงควรมีการวางแผนการปลูกและการจัดการให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงที่ตลาดมีความต้องการสูงจึงจะได้ราคาสูงและส่งผลให้ได้กำไรมากขึ้น ผู้ปลูกพืชร่วมจะต้องมีความเข้าใจในวงจรชีวิตพืชร่วมเพื่อที่จะวางแผนการปลูกพืชให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงที่ต้องการ อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรไม่ต้องการแบกรับความเสี่ยงเรื่องราคาของผลผลิตพืชร่วม ควรเลือกปลูกพืชที่ราคาไม่มีการเปลี่ยนแปลงในรอบปีหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อย และควรเลือกพืชที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปี

บทที่ 5
สรุป

จากการศึกษาที่ 1 พบว่า ลักษณะการเจริญเติบโต ประกอบด้วย ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบรูปสองแฉก จำนวนใบรูปขนนก ความยาวใบย่อย และความกว้างใบย่อยของกล้าปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ในทุก ๆ เดือนของการเก็บข้อมูล ยกเว้นจำนวนใบรูปสองแฉกในเดือนมกราคมและจำนวนใบรูปขนนกในเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p < 0.05$ มวลชีวภาพของต้นกล้าปาล์มน้ำมันประกอบด้วยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ส่วนเหนือดิน รากที่ระดับความลึก 0-25 25-50 และมากกว่า 50 เซนติเมตร รากทั้งหมด อัตราส่วนลำต้นต่อราก และความยาวรากของกล้าปาล์มไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล ยกเว้นน้ำหนักสดของรากที่ระดับความลึกที่ระดับ 0-25 และ 25-50 เซนติเมตร ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p < 0.05$ จากการศึกษาที่ 2 พบว่า ความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างก้านใบ ความหนาก้านใบ ความยาวก้านใบ ความยาวแกนทางใบ ความกว้างแกนทางใบ ความกว้างใบย่อย ความยาวใบย่อย จำนวนใบย่อย จำนวนทางใบที่ยังไม่กาง จำนวนทางใบใหม่ จำนวนช่อดอกเพศผู้ จำนวนช่อดอกเพศเมีย และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิตในทั้ง 5 เดือนของการบันทึกข้อมูล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ ยกเว้นความกว้างแกนทางใบในเดือนมีนาคม จำนวนใบย่อยในเดือนมีนาคมและมิถุนายน พ.ศ. 2563 มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$ จากการศึกษาที่ 3 พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงลำต้น จำนวนช่อดอกเพศผู้ จำนวนช่อดอกเพศเมีย และอัตราส่วนเพศของปาล์มน้ำมันในทั้ง 3 เดือนของการบันทึกข้อมูล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ ยกเว้นจำนวนช่อดอกเพศเมียในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 และกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 และอัตราส่วนเพศในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$ จึงสรุปได้ว่าการปลูกพืชร่วมไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน จากการบันทึกการเจริญเติบโต มวลชีวภาพ และอัตราการเจริญเติบโตของพืชร่วมที่ได้จากการศึกษาที่ 1 และ 2 พบว่า มะม่วงหิมพานต์ ผักหวานบ้าน และ ชะอม เป็นพืชร่วมที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมันในระยะก่อนให้ผลผลิต จากการบันทึกการเจริญเติบโต และอัตราการเจริญเติบโตของพืชร่วมในการศึกษาที่ 3 พบว่า สะเดาช้าง (*A. excelsa*) มะฮ็อกกานี (*S. macrophylla*) จำปาป่า (*M. champaca*) และตำเสา (*T. wallichiana*) เป็นพืชร่วมที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิตมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2563. ข้อมูลสภาพอากาศ. เข้าถึงได้จาก: http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/climate/climate_past.asp (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2563)

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2553. ข้อมูลสมุนไพร. เข้าถึงได้จาก: http://www.phargarden.com/main.php?action=viewpage&pid=11 (สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กันยายน 2563)

จารุชาติ ปราชญ์นคร และ วารินทร์ จิระสุขทวีกุล. 2547. การเจริญเติบโตและผลผลิตของไม้สะเดาเทียม อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช: กลุ่มวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 22 น.

ณัฏฐากร เสมสันทัด และ บัณฑิต โพธิ์น้อย. 2552. ผักหวานป่า *Melientha suavis* Pierre. สระบุรี: กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 33 น.

ดวงรัตน์ คงดี. 2559. การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรท้องถิ่นตำบลคลองชะอุ่น. เข้าถึงได้จาก: http://mdu16.rtarf.mi.th/www_new/images/work/2/9.Climbing%20Wattle.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2562)

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และ ธีระพงศ์ จันทรนิยม. 2558. คู่มือปาล์มน้ำมัน. สงขลา: ห้างหุ้นส่วนสามัญ หาดใหญ่ ดิจิตอล พริ้นท์. 61 น.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด. 463 น.

นัดดา รัศมีแพทย์ และ สุพัตรา ศรีสุวรรณ. 2560. การปลูกพืชเสริมรายได้ในสวนยางพาราของเกษตรกร อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ว. เกษตรพระจอมเกล้า 35: 117-124.

พิสมัย พึ่งวิกรัย, ทวีศักดิ์ ด้วงทอง, สุภาวดี ภัทรโกศล, นิภัทร ศิวตินฑุโก และ กิตติ สระแก้ว. 2557. มะม่วงหิมพานต์. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 17 น.

ระวี เจียรวิภา, มนตรี แก้วดวง และ สายันต์ ตันพานิช. 2553. การพัฒนาการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักหวานป่าในภาคใต้ของประเทศไทย. วารสารวิจัย มข. 15: 941-950.

ราชันย์ ภู่มา และ สมราน สุดดี. 2557. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 806 น.

สยุมพล ณะวงษ์, เจษฎา โสภารัตน์ และ สายัณห์ สดุดี. 2559. การเจริญเติบโตและพัฒนาการขึ้นใหม่ของรากยางพาราหลังการฝังท่อมินิไรโซตรอน. ว. มหาวิทยาลัยทักษิณ 19: 55-63.

ส่วนปลูกป่าเอกชน. 2553. ตะเคียนทอง. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่าไม้ กรมป่าไม้. 32 น.

ส่วนปลูกป่าเอกชน. 2561a. จำปาป่า. เข้าถึงได้จาก: http://www.forest.go.th/suratthani11/wp-content/uploads/sites/46/2018/03/จำปาป่า.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กันยายน 2563)

ส่วนปลูกป่าเอกชน. 2561b. มะฮ็อกกานีใบใหญ่. เข้าถึงได้จาก: http://www.forest.go.th/suratthani11/wp-content/uploads/sites/46/2018/03/มะฮ็อกกานีใบใหญ่.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กันยายน 2563)

สายัณห์ สดุดี และ นเรศ จิโสะ. 2560. การประเมินการเจริญเติบโตของรากยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) โดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน. ว. เกษตรพระจอมเกล้า 26: 50-60.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2561. ปาล์มน้ำมัน. เข้าถึงได้จาก: http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/palm/controller/index.php (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 2561)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. เข้าถึงได้จาก: http://www.oae.go.th/view/1/ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร/TH-TH (สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มี.ค. 2562)

สำนักงานหอพรรณไม้. 2559. บุนนาค. เข้าถึงได้จาก: http://www.dnp.go.th/botany/detail.aspx?wordsnamesci=Mesua0ferrea0L.&checkwordscilink=y (สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กันยายน 2563)

อุบลวรรณ อุโพธิ์. 2539. การศึกษาทางสัณฐานวิทยาและทางกายวิภาคของผักเหมียง. เข้าถึงได้จาก: http://kb.tsu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/553/1/17851 (สืบค้นเมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2561)

Abeysinghe, D. C., Sangakkara, U. R. and Jayaseker, S. J. 2003. Intercropping of young cashew (*Anacardium occidentale* L.) and its effects on crop productivity and land utilization. Trop. Agric. Res. 15(1): 10-19.

Atkinson, N. J. and Urwin, P. E. 2012. The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. J. Exp. Bot. 63: 3523-3544.

Bartholomeus, R. P., Witte, J. M., van Bodegom, P. M., van Dam, J. C. and Aerts, R. 2008. Critical soil conditions for oxygen stress to plant roots: substituting the feddes-function by a process-based model. J. Hydrol. 360: 147-165.

Bengough, A. G., Bransby, M. F., Hans, J., Mc-Kenna, S. J., Roberts, T. J. and Valentine, T. A. 2006. Root responses to soil physical conditions; growth dynamics from field to cell. J. Exp. Bot. 57: 437-447.

Böhm, W. 1979. Method of Studying Root System. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 189p.

Brown, D. A. and Upchurch. D. R. 1987. Minirhizotrons: a summary of methods and instruments in current use. *In* Minirhizotron observation tubes: methods and applications for measuring rhizosphere dynamics. ASA. 1: 15-30.

Brunner, I., Herzog, C., Dawes, M. A., Arend, M. and Sperisen, C. 2015. How tree roots respond to drought. Front. Plant Sci. 6: 1-16.

Cai, G., Vanderborght, J., Klotzsche, A., van der Kruk, J., Neumann, J., Hermes, N. and Vereecken, H. 2016. Construction of minirhizotron facilities for investigating root zone processes. VZJ. 1: 1-13.

Chia, F. R. 2011. Survival and growth performance of teak under monocrop system and intercropped with oil palm. Sepilok Bulletin 13 & 14: 33-4.

Cong, W., Hoffland, E., Li, L., Janssen, B. H. and van der Werf, W. 2015a. Intercropping affects the rate of decomposition of soil organic matter and root litter. Plant Soil. 391: 399-411.

Cong, W., Hoffland, E., Li, L., Six, J., Sun, J., Bao, X., Zhang, F. and Werf, W. V. D. 2015b. Intercropping enhances soil carbon and nitrogen. Global Change Biol. 21: 1715–1726.

de Mendiburu, F. (2019). Package 'agricolae' version 1.3-1. Statistical Procedures for Agricultural Research. Comprehensive R Archive Network, Institute for Statistics and Mathematics, Vienna, Austria

Dissanayake, S. M. and Palihakkara, I. R. 2019. A review on possibilities of intercropping with immature oil palm. IJASBT. 6: 23-27.

Emmanuel, A., Hitler, L., Udochukwu, A. O., Ayoola, A. O., Tizhe, T. F., Isa, A. P., Danjuma, B. H. and Dzarma, I. 2018. Assessment of organic carbon and available nitrogen in the soil of some selected farmlands located at Modibbo Adama University of Technology, Adamawa state, Nigeria. J. Environ. Anal. Chem. 5(2): 1-5.

Erhabor, J. O. and Filson, G. C. 1999. Soil fertility changes under an oil palm-based intercropping system. J. Sustain. Agr. 14: 45-61.

Faget, M., Liedgens, M., Stamp, P., Flütsch, P. and Herrera, J. M. 2010. A minirhizotron imaging system to identify roots expressing the green fluorescent protein. Comput. Electron. AGR. 74: 163-167.

Famaye, A. O. and Adeyemi, E. A. 2011. Effect of cashew/rice/plantain intercropped on weed incidence in Edo state, Nigeria. Res. J. Agric. Biol. Sci. 6(6): 62-65.

Gawankar, M. S., Haldankar, P. M., Salvi, B. R., Haldavanekar, P. C., Malshe, K. V. and Maheswarappa, H. P. 2018. Intercropping in young oil palm plantation under Konkan region of Maharastra, India. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 7(12): 2752-2761.

Giller, K. E. 1991. Nitrogen transfer from Phaseolus bean to intercropped maize measured using ^{15}N-enrichment and ^{15}N-isotope dilution methods. Soil. Biol. Biochem. 23: 339-346.

Giri, A., Heckathorn, S., Mishra, S. and Krause, C. 2017. Heat stress decreases levels of nutrient-uptake and assimilation proteins in tomato roots. Plants J. 6: 1-15.

Goh, K. J. 2004. Fertilizer recommendation systems for oil palm: estimating the fertilizer rates. Proceeding of MOSTA Best Practices Workshops 1-37.

Hanum, C. J. G., Rauf, A., Habibi, A. R. and Nasution, A. R. 2017. Growth and quisition N, P, K of oil palm seedling on plant media made from solid decanter and oil palm empty fruit bunches . Int. J. Sci. Res. Methodol. 5(3): 9-22.

Haron, K., Hashim, Z. and Kamarudin, N. 2015. Efficient use of inorganic and organic fertilizers for oil palm. Oil Palm Bulletin 71: 8-13.

Harun, M. H. and Noor, M. R. M. 2004. Oil palm root study using the Mini-Rhizotron technique. J. Oil Palm Res. 48: 17-23.

Hopkin, W. G. and Huner, N. P. A. 2009. Introduction to Plant Physiology 4th edition. Ontario: John Wiley & Sons, Inc. 503p.

Isaac, M. E. and Borden, K. A. 2019. Nutrient acquisition strategies in agroforestry systems. Plant Soil. 444: 1-19.

Johnson, M. G., Tingey, D. T., Phillips, D. L. and Storm, M. J. 2001. Advancing fine root research with minirhizotrons. Environ. Exp. Bot. 45:263-289.

Jourdan, C. and Rey, H. 1997. Architecture and development of the oil-palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) root system. Plant Soil. 189: 33–48

Jourdan, C., Ferrieare, N. M. and Perbal, G. 2000. Root system architecture and gravitropism in the oil palm. Ann. Bot. 85: 861-868.

Jourdan, C., Rey, H., and Guedon, Y. 1995. Achitectural analysis and modelling of the branching process of the young oil palm root system. Plant Soil. 177: 63-72.

Khomphet, T., Eksomtramage, T. and Duangpan, S. 2017. Genetic variation of improved oil palm tenera hybrid populations using morphological and SSR markers. SJST. 40(6): 1329-1335.

Manner, H. I. and Elevitch, C. R. 2006. *Gnetum gnemon* (gnetum). Species Plofiles for Pacific Island Agroforestry 1: 1-9.

Mohidin, H., Hanafi, M. M., Rafii, Y. M., Abdullah, S. N., Idris, A. S., Man, S., Idris, J. and Sahebi, M. 2015. Determination of optimum levels of nitrogen, phosphorus and potassium of oil palm seedlings in solution culture. Bragantia 74(3): 247-254.

Mousavi; S. R. and Eskandari, H. 2011. A General overview on intercropping and its advantages in sustainable agriculture. J. Appl. Environ. Biol. Sci. 1: 482-486.

Mthembu, B. E., Everson, T. M. and Everson, C. S. 2019. Intercropping for enhancement and provisioning of ecosystem services in smallholder, rural farming systems in KwaZulu-Natal Province, South Africa: a review. J. Crop Improv. 33(2): 145-176.

Nasar, J., Alam, A., Nasar, A. and Khan, M. Z. 2019. Intercropping induce changes in above and below ground plant compartments in mixed cropping system. BJSTR. 17: 13043-13050.

Okyere, S. A., Danso, F. Larbi, E. and Danso, I. 2014. Residual effect of intercropping on the yield and productivity of oil palm. IJPSS. 3: 854-862.

Passioura, J. B. 1991. Soil structure and plant growth. Aust. J. Soil Res. 29: 717-28.

Pinyopusarerk, K. 2019. Four decades of international research and development in casuarinas. Proceedings of the Sixth International Casuarina Workshop 7-13.

Putra, E. T. S., Simatupang, A. F., Supriyanta, Waluyo, S. and Indradewa, D. 2012. The growth of one-year-old oil palms intercropped with soybean and groundnut. J. Agr. Sci. 4: 169-180.

Putri, V. 2015. Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Root Growth in Response to Different Fertilization Practices. MSc Thesis Plant Production Systems. Jambi. 47p.

Rewald, B. and Ephrath, J. E. 2013. Minirhizotron techniques. Modern Research Techniques 42: 1-16.

Rivera-Mendes, Y. D., Cuenca, J. C. and Romero, H. M. 2016. Physiological responses of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings under different water soil conditions. Agronomía Colombiana 34(2): 163-17.

Roshetko, J. M., Manurung, G., Susila, A., Anggakusuma, D. and Rahmanulloh, A. 2012. Is understory vegetable production in smallholder agroforestry systems of West Java – A viable option?. Vegetable-agroforestry Systems in Indonesia. 19-47.

Rubio, G., Walk, T., Ge, Z., Yan, X., Liao, H. and Lynch, J. P. 2001. Root gravitropism and below-ground competition among neighbouring plants: a modeling approach. Ann. Bot. 88: 929-940.

Salako, F. K., Lal, R. and Swift, M. J. 1995. Intercropping oil palm (*Elaeis guineensis*) with cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) on windrows and non-windrows in Southern Nigeria. J. Sustain. Agr. 6: 47-60.

Schleiff, U. 2014. Impact of root morphology on salt tolerance of soil grown plants. Third International Salinity Forum. 288-289.

Seman, I. F., Zulkefly, S., Adekunle, S. M., and A, S. M. 2018. Effect of different media combination on growth and biomass production of oil palm (*Elaeis. guineensis*) seedlings . Int. J. Environ. Agric. Biotech. 3(1): 140-146.

Uwumarongie-Ilori, E. G., Sulaiman-Ilobu, B. B., Ederion, O., Imogie, A., Imoisi, B. O., Garuba, N., and Ugbah, M. 2012. Vegetative growth performance of oil palm (*Elaeis guineensis*) seedlings in response to inorganic and organic fertilizers. Greener J. Agric. Sci. 2(2): 026-030.

Vacher, C., Tamaddoni-Nezhad, A., Kamenova, S., Peyrard, N., Moalic, Y., Sabbadin, R., Schwaller, L., Chiquet, J., Smith, M. A., Vallance, J., Fievet, V. Jakuschkin, B. and Bohan, D. A. 2016. Learning ecological networks from next-generation sequencing data. Adv. Ecol. 54: 1-39.

Vandermeer, J. H. 1992. The Ecology of Intercropping. USA: Cambridge University Press.

Wang, Z., Zhao, G. Gao, M., Chang, C., Jia, J. and Li, J. 2014. Characteristics and spatial variability of saline-alkaline soil degradation in the typical Yellow River delta area of Kenli County, China. J. Environ. Prot. 5: 1053-1063.

Weber, A. P. M. 2014. Plant responses to flooding. Front. Plant Sci. 5: 1-2.

Weinig, C., Ewers, B. E. and Welch, S. M. 2014. Ecological genomics and process modeling of local adaptation to climate. Curr. Opin. Plant Biol. 18: 66-72.

Withington, J. M., Elkin, A. D., Bulaj, B., Olesinski, J., Tracy, K. N., Bouma, T. J., Oleksyn, J., Anderson, L. J., Modrzynski, J., Reich, P. B. and Eissenstat, D. M. 2003. The impact of material used for minirhizotron tubes for root research. New Phytol. 160: 533-544

Zhu, J., Zhang, K., Wang, W., Gong, W., Liu, W., Chen, H., Xu, H. and Lu, Y. 2015. Low temperature inhibits root growth by reducing auxin accumulation via ARR1/12. Plant Cell Physiol. 56: 727-736.

Zu, C., Li, Z. Yang, J., Yu, H., Sun, Y., Tang, H., Yost, R. and Wu, H. 2014. Acid soil is associated with reduced yield, root growth and nutrient uptake in black pepper (*Piper nigrum* L.). Int. J. Agr. Sci. 5: 466-473.

Zuraidah, Y., Haniff, M. H. and Zulkifli, H. 2010. Oil palm roots adaptation under soil compacted by machanisation. IJASR. 5: 331-342.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

1. การทำกล่องอะคริลิกสำหรับการบันทึกราก

การทำกล่องอะคริลิกสำหรับบันทึกราก มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ตัดแผ่นอะคริลิกโดยมีดตัดอะคริลิกให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร (ภาพภาคผนวกที่ 1a)

1.2 ตัดแผ่นอะคริลิกขนาด 7 x 47 เซนติเมตร เพื่อให้ปิดด้านข้าง

1.3 ขัดขอบอะคริลิกให้เรียบโดยใช้กระดาษทราย (ภาพภาคผนวกที่ 1b)

1.4 พับแผ่นอะคริลิกให้เป็นรูปกล่องโดยใช้เครื่องเป่าลมร้อนเป่าตรงกลางแผ่นค่อย ๆ พับขึ้นมาอย่างช้า ๆ จนกระทั่งได้เป็นรูปกล่อง (ภาพภาคผนวกที่ 1c)

1.5 ปิดด้านข้างของกล่องด้วยแผ่นอะคริลิกแผ่นเล็กที่เตรียมไว้ ใช้แทปกาวปิดไว้เพื่อไม่ให้แผ่นเล็กขยับ (ภาพภาคผนวกที่ 1d)

1.6 ติดรอยต่อด้วยกาวสำหรับติดอะคริลิก (ภาพภาคผนวกที่ 1e)

1.7 อุดรอยรั่วโดยใช้ซิลิโคน

1.8 ทำฝาปิดโดยใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดห่อด้วยถุงพลาสติก (ภาพภาคผนวกที่ 1f)

ภาพภาคผนวกที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมกล่องอะคริลิกสำหรับการบันทึกราก

2. การวิเคราะห์ปริมาณรากในการศึกษาที่ 1

การวิเคราะห์ปริมาณราก มีขั้นตอนดังนี้

2.1 เปิดไฟล์รูปภาพในโปรแกรม ImageJ จะมีการแสดงหน้าต่างดังภาพภาคผนวกที่ 1

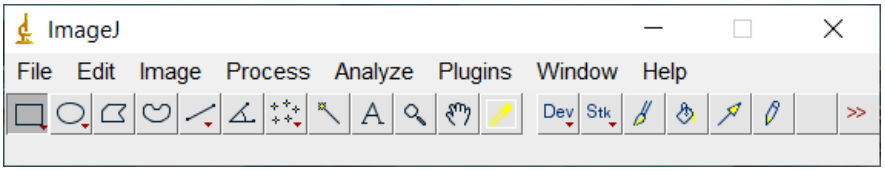
2.2 หาจำนวนพิกเซลที่เท่ากับ 1 เซนติเมตรเพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบในการหาพื้นที่ผิวราก โดยคลิกที่ปุ่ม จากนั้นไปลากเส้นขนาดเท่ากับ 1 เซนติเมตรตรงไม้บรรทัดภายในภาพ จากนั้นคลิกคำสั่ง Analyze ⟶ Measure จะได้จำนวนพิกเซลที่เท่ากับ 1 เซนติเมตร

2.3 เปลี่ยนสีของภาพโดยคลิกที่คำสั่ง Image ⟶ Type ⟶ 8-bit ภาพจะเปลี่ยนเป็นภาพขาว-ดำ ดังภาพภาคผนวกที่ 3

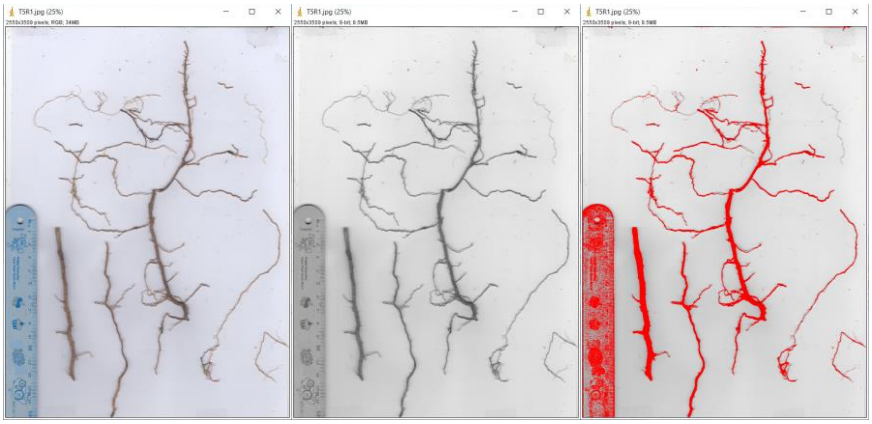
2.4 คลิกที่คำสั่ง Image ⟶ Adjust ⟶ Threshold ⟶ Apply เพื่อทำการเลือกเฉพาะส่วนที่ต้องการนำไปหาพื้นที่

2.5 คลิกที่คำสั่ง Analyze ⟶ Analyze Particles… ⟶ OK โปรแกรมจะทำการคำนวนพื้นที่และแสดงตัวเลขออกมาเป็นตารางดังภาพภาคผนวกที่ 4

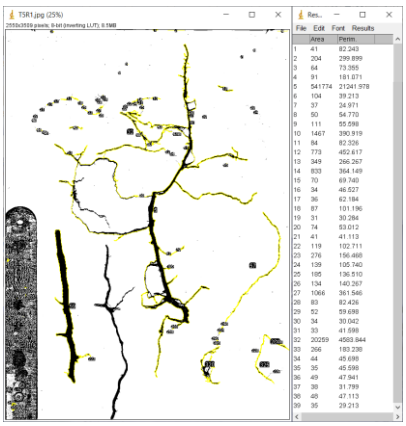
2.6 นำตัวเลขที่ได้ซึ่งเป็นจำนวนพิกเซลไปหารด้วยจำค่ากำลังสองของพิกเซลจากข้อ 2 เพื่อแปลงค่าเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเซนติเมตร



ภาพภาคผนวกที่ 2 หน้าต่างโปรแกรม ImageJ



ภาพภาคผนวกที่ 3 การปรับภาพเพื่อใช้ในการหาพื้นที่ผิวของราก

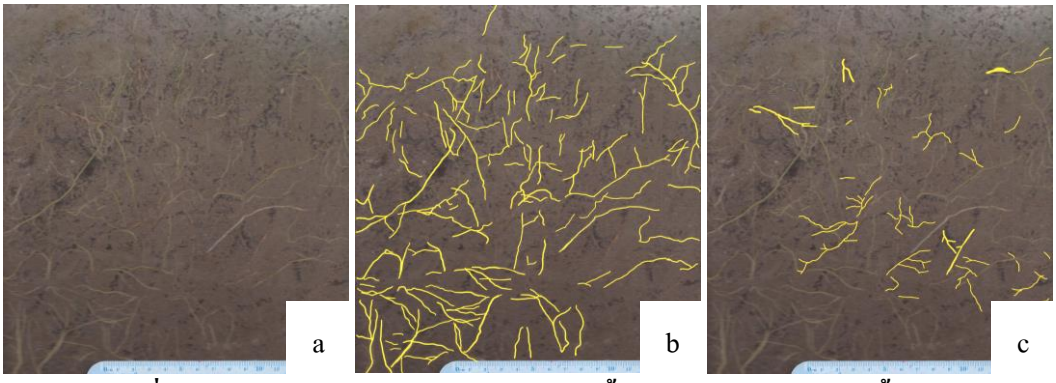


ภาพภาคผนวกที่ 4 พื้นที่ผิวรากที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ImageJ

3. การวิเคราะห์ปริมาณรากในการศึกษาที่ 2

3.1 นำภาพสแกนราก (ภาพภาคผนวกที่ 5a) มาลากเส้นเพื่อแยกชนิดระหว่างรากของพืชร่วมปาล์มน้ำมัน (ภาพภาคผนวกที่ 5b) และรากของปาล์มน้ำมัน (ภาพภาคผนวกที่ 5c) โดยพิจารณาจากลักษณะและสีของรากปาล์มน้ำมันและพืชร่วม

3.2 ทำการวิเคราะห์ปริมาณรากเช่นเดียวกับการศึกษาที่ 1



ภาพภาคผนวกที่ 5 ภาพสแกนราก (a) รากพืชร่วมปาล์มน้ำมัน (b) และรากปาล์มน้ำมัน (c)